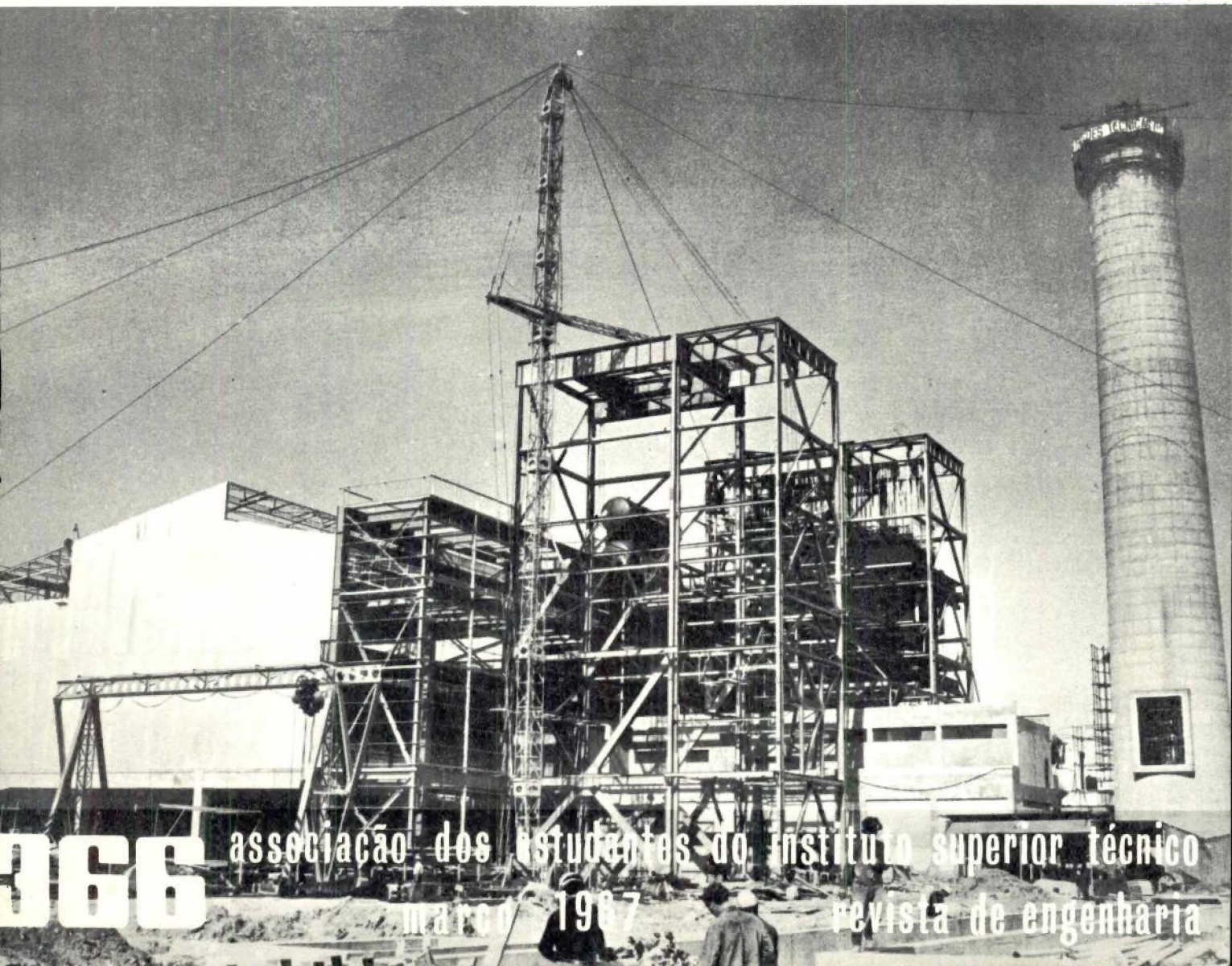
técnica



366

associação dos estudantes do instituto superior técnico

março 1967

revista de engenharia

VARÕES DE AÇO DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO TIPO A. 40
(«Heliaço» e «SNT 40»)

TENSÕES DE SEGURANÇA
Ra = 2400 kg/cm²
e
Ra = 4000 kg/cm² (SISMOS)

Literatura e Tabelas de Cálculo fornecidas gratuitamente

HELIAÇO, LDA.

R. DE S. JULIÃO, 41, 4.º D. — LISBOA

Tel.: 36 78 17 - 32 37 06 - 36 94 77

UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

SEDE

Rua de Alexandre Herculano, 244 — PORTO

TELEFONES: 2 76 76 / 77 / 78 / 79 — Est. 90

DELEGAÇÃO

Rua Rosa Araújo, 35 — LISBOA

TEL.: 73 11 81/82/83/84/85/86 - 73 33 33 - 48 49 1

●

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO
E DA CACHOFARRA

●

A UNIÃO ELÉCTRICA PORTUGUESA distribui, pela mais extensa rede de alta tensão em Portugal (cerca de 2 500 km), energia eléctrica em 70 concelhos, nos distritos de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU, LEIRIA, SETÚBAL e ÉVORA.

CIMENTO SECIL

Fábrica:

Outão — Setúbal

Telef. 228824/5

Escritório:

R. do Comércio, 56-3.º

LISBOA 2

Telef. 328201/2/3

técnica

NUMERO 366 * MARÇO DE 1967 * ANO XLII * VOLUME XXIX * PUBLICAÇÃO MENSAL

Director
Assis Farinha Martins

Administrador
V. M. Martins Pinto

Secretário
Victor Coias e Silva

Redactores
Carlos A. C. Moreira
J. E. Pinto Ferreira
João M. G. Caraça

Editor e Proprietário
Associação dos Estudantes do Instituto Superior Técnico

Redacção e Administração
Avenida Rovisco Pais
Telefone 77 54 49
Lisboa 1

★

Assinaturas

		5 N.os	10 N.os
Continente e Ilhas	—	70$00	130$00
Ultramar, Brasil e Espanha	—	80$00	140$00
Estrangeiro	—	90$00	150$00

Número avulso — 20$00

★

Os artigos assinados são da exclusiva responsabilidade dos seus autores.

Composto e impresso na Tipografia Jorge Fernandes, Lda. — Rua da Cruz dos Poiais, 103 — Lisboa

SUMÁRIO

273 *COSTA LOBO* — **O Ensino da urbanização para formação e informação dos Engenheiros Civis**
The teaching of urbanization in the formation and information of civil engineers.

279 *DÉCIO TADEU* — **Caracterização geotécnica das rochas**
Geotechnical characterization of rocks

289 *GUIMARÃES CORREIA* — **Problemas de excitação e medida nos métodos vibratórios de prospecção**
Excitation and measurements in vibration exploration methods

295 *EDITE COELHO* — **Determinação espectrofotométrica da sílica nas crés**
Spectrophotometric method for the silica determination in chalk

299 *BRAZÃO FARINHA* — **Vigas de eixo rectilíneo com cargas excêntricas**
Eccentrical loads acting on linear beams

*

307 **Vida Escolar e Associativa**
LUÍS VICENTE — Introdução aos sistemas digitais

298 **Notas Informativas**
Elementos sobre a produção e o consumo de energia na rede eléctrica nacional.

315 **Do Mundo Técnico**
O efeito Kelvin em barras para grande intensidade de corrente

321 **Biblioteca**

CAPA: Aspecto actual da construção da central do Carregado, da Empresa Termoeléctrica Portuguesa.

Índice Alfabético dos nossos anunciantes

A

Pág.

A. Johnson & Co (Portugal), Ltd. . . XXVIII
AEG XIX
Aguiar e Melo, Lda. XXIX
Asea Eléctrica Ld.ª V
Auto-Lusitânia . . . . . 2.ª da capa

B

B. P. XIV

C

CIDEX IV
Cimento Secil . . . . . 2.ª da capa
Companhia de Cimentos Brancos . . VIII
Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos XXX
Construções Técnicas XXIII

D

Dial XX

E

Electro-Arco, Ltd.ª IV
Electrotécnicos Reunidos XXV
Empresa de Cimentos de Leiria . . III
Empresa Electro Cerâmica XXVII
Empresa de Produtos Asfálticos . . . X
Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ltd.ª . . . . . 3.ª da capa
Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos XI
Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações XVI
Escondel XX

F

Faber-Castell XXIV
Fábrica Portugal II
Fanafel XVI
Fundações Franki, Lda. I

G

Guedes & Almeida, Lda. IX

H

Heliaço . . . . . 2.ª da capa

I

Pág.

Isola XVIII
I. S. T. XXVI

J

Jayme da Costa, Lda XVII
Johann Keller XX
J. Silva & Irmão XXVI

L

Lisnave XVIII

M

MAGUE XIII
Monteiro Gomes, Lda. VI

N

Novobra, Lda. XX

R

Romar XII
Rotring XXVII

S

Siemens . . . . . 4.ª da capa
Sociedade Portuguesa Cavan . . . VIII
Sondagens e Fundações A. Cavaco . IV
Sondagens Ródio, Ltd.ª XXVI
Sopecate VI
Standard Eléctrica VII
STET XXI

U

União Eléctrica Portuguesa . . . . . 2.ª da capa

W

Wild Portugal, Lda. XV

NITRATOS DE PORTUGAL
(Alverca)

Assente sobre Estacas FRANKI

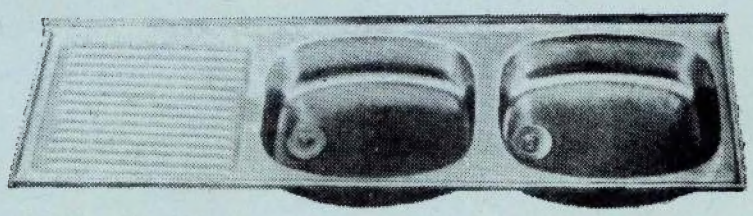
FUNDAÇÕES FRANKI L.DA

RUA BRAAMCAMP, 13-3.º — LISBOA 1 — TEL. P. P. C. 53 41 12/3/4 — ENDEREÇO TELEGRÁFICO: FRANKI — LISBOA

PRÉDIO SANTOS GIL, 6.º ANDAR — SALA 10 — TEL. 9 11 67 — CAIXA POSTAL 1397

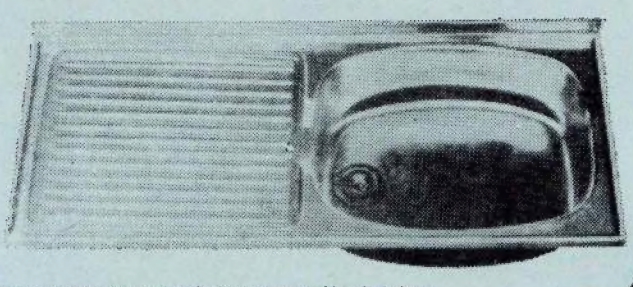
ENDEREÇO TELEGRÁFICO: FRANKI—LOURENÇO MARQUES

LAVA-LOUÇAS EM AÇO INOXIDAVEL



Modernize os lares de Portugal, usando nas suas cozinhas Lava-Louças em AÇO INOXIDÁVEL. Concepção e execução da

FABRICA PORTUGAL



elegantes e higiénicos · duração ilimitada · revestidos de isolante especial · fornecidos com sifão de segurança · não partem a louça

- 8 MODELOS STANDARD · OUTROS MODELOS FORA DE SÉRIE
- MODELOS ESPECIAIS PARA GRANDES INSTALAÇÕES
- IGUAIS AOS MELHORES ESTRANGEIROS

À VENDA NAS BOAS CASAS DA ESPECIALIDADE E NOS SEUS SALÕES DE EXPOSIÇÃO E VENDA

PRAÇA DOS RESTAURADORES · RUA FEBO MONIZ

SENHORES
ARQUITECTOS
ENGENHEIROS
EMPREITEIROS
CONSTRUTORES

CALCINA

É hoje em Portugal o melhor ligante hidráulico para argamassas, rebocos e alvenarias.

Prefiram, pois, C A L C I N A

Entregas permanentes de dia e de noite nas Fábricas de Cimento "Tejo" - Alhandra e do "Cabo Mondego" - Figueira da Foz, e através da vasta rede de revendedores espalhados por todo o País

Bombas centrífugas «PACIFIC»

Construídas por

Batignolles - Chatillon

Especialmente destinadas para:

— Petróleos
— Indústrias químicas
— Construções navais
— Centrais eléctricas
— Alimentação de caldeiras
— Etc., etc.

Sob as condições de funcionamento seguintes:

— Débitos: 1 m^3/h a 10.000 m^3/h
— Pressões: altas e baixas
— Temperaturas: $-180^\circ C + 500^\circ C$
— Líquidos: corrosivos ou não

Para estudos e orçamentos, consultar o representante em Portugal:

CIDEX — Comércio Internacional
e Representações Industriais, Lda.

Av. Casal Ribeiro, 46-2.º/Telef. 73 53 07/LISBOA 1

• ESTUDOS, PESQUISAS E CAPTAÇÕES DE ÁGUA

• SONDAGENS

• REBAIXAMENTO DE NÍVEIS AQUÍFEROS

• FUNDAÇÕES

SONDAGENS E FUNDAÇÕES A. CAVACO, LDA.

R. RODRIGO DA FONSECA, 62, R/C ESQ. — LISBOA-1
- TELEF. 73 35 45 - 5 95 62 - 55 38 73

ELECTRO-ARCO, L.DA

ELÉCTRODOS ✦ POSTOS ✦ ACESSÓRIOS
PARA A SOLDADURA ELÉCTRICA

*

ESCOLAS DE SOLDADURA

—

MATERIAL APROVADO PELOS
LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING
BUREAU VERITAS
GERMANISCHER LLOYD

—

LISBOA
Rua Silva Carvalho, 239
Tels. 68 36 49 - 68 48 93

FÁBRICA E LABORATÓRIOS
Venda Nova — Amadora
Tels. 97 06 13 - 97 17 33

PORTO
Rua do Bolhão, 216
Tel. 2 12 77 - 39 44 73

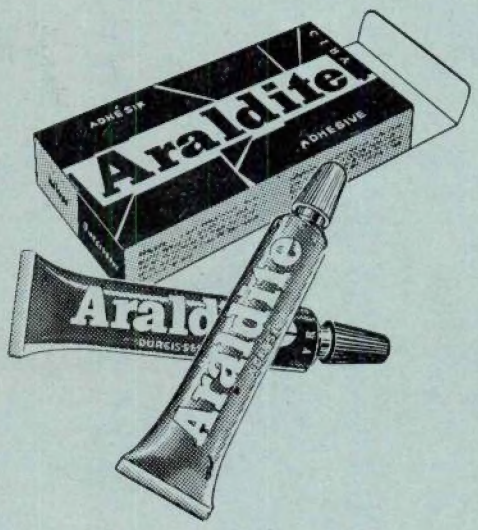
Um brilhante sucesso técnico!

ARALDITE

O mais forte dos ligantes para todo o trabalho.

Um tipo de ligante **inteiramente diferente,** de resultados seguros na colagem de

AÇO METAIS VIDRO CERÂMICA BORRACHA PLÁSTICOS e todo o material de uso corrente



RESISTE A

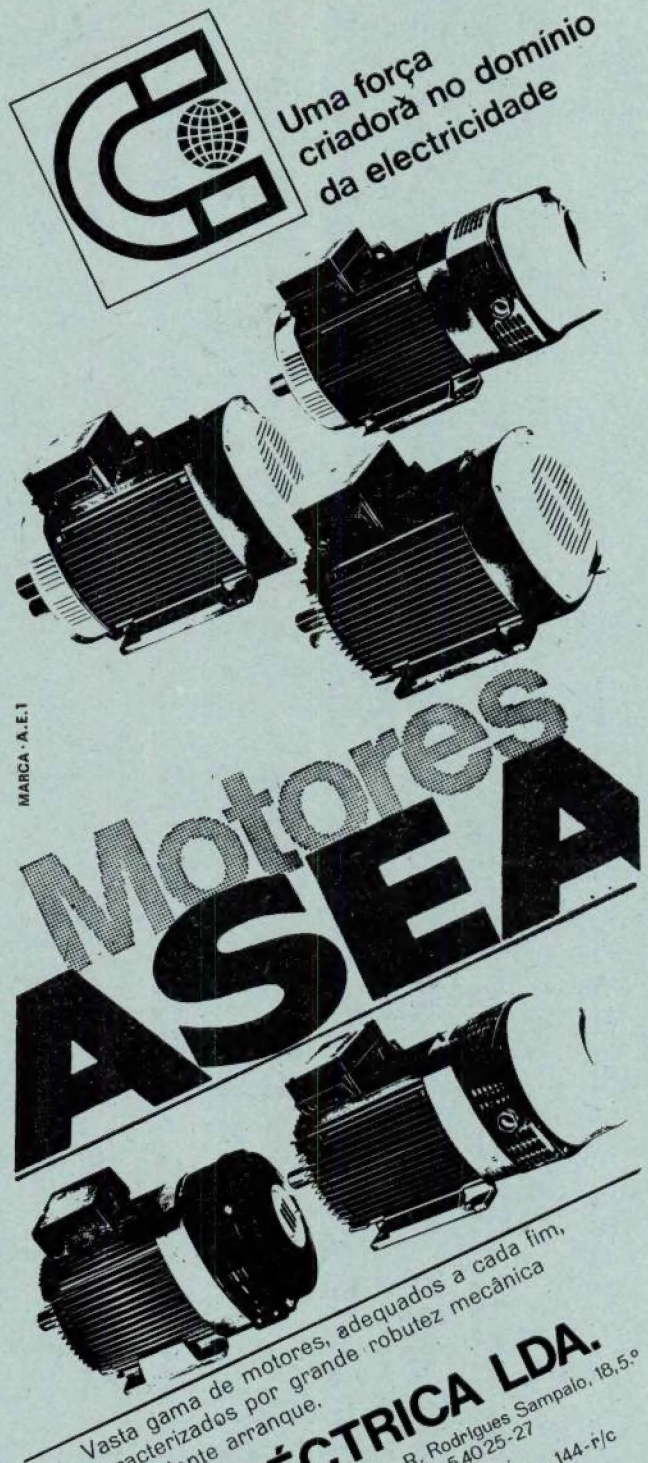
CALOR HUMIDADE ÁCIDOS SOLVENTES ALCALIS

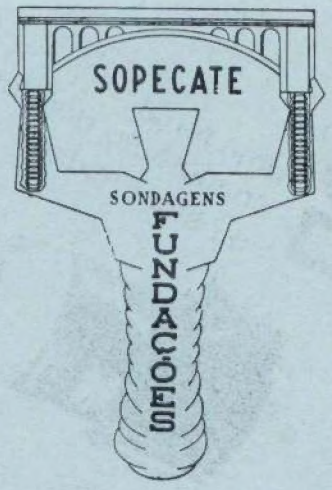
As ligações com **ARALDITE** mantêm-se.

Liga materiais da mesma natureza e de natureza diferente.

O ligante **ARALDITE** é mais forte que o material que liga.

À VENDA NAS DROGARIAS E PAPELARIAS





SOPECATE

SONDAGENS
FUNDAÇÕES

Escritório — R. DO ARSENAL, 146, 2.º Esq., Dt.º e Fr.te
Estaleiro e Oficina — RUA PEREIRA HENRIQUES, 58

TELEFONES
SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS 34010
SERVIÇOS TÉCNICOS 320208
ESTALEIRO E OFICINAS 381238

LISBOA

GUIA DE ANÁLISE QUÍMICA DAS ÁGUAS

(Potáveis, Minerais e para a Indústria)

POR A. HERCULANO DE CARVALHO
Prof. do I. S. T. e do Instituto de Hidrologia de Lisboa

Preço 90$00

CÁLCULO DE PÓRTICOS

Método de cálculo simples e rápido, entrando em linha de conta com o deslocamento dos nós

por G. Kani

Preço 50$00

Pedidos à «Técnica» *Desconto 10 % aos assinantes*

Transistores, diodos de sinal e Zener, elementos rectificadores e tiristores

As Divisões da "ITT Semiconductors" fabricam elementos de selénio e silício, adequados a todos os tipos de sistemas de comunicação, comando e processamento de dados.
Além de várias linhas com centenas de tipos de semicondutores simples, a ITT vende ainda numerosas unidades com circuitos múltiplos, em ambas as versões miniatura e sub-miniatura.
Entre os componentes simples incluem-se transistores e díodos de silício e díodos zener de referência. Outros semi condutores de fabrico ITT são os díodos gold-bonded.
A ITT oferece, ainda, além de rectificadores de silício., rectificadores avalanche de silício e tiristores, a maior gama de rectificadores de selénio de toda a Europa.
Pode, também, fornecer montagens de elementos rectificadores, encapsuladas ou com placas de refrigeração, em conjuntos completos.

Para informações adicionais relativas aos semicondutores ou aos restantes componentes ITT, consulte a :

STANDARD ELÉCTRICA, S.A.R.L.
Avenida da India
Lisboa-3
Telefone : 638171
Telex : 572 MICROF P

componentes electrónicos

ITT Standard

66/15P

O EMPREGO DO CIMENTO BRANCO...

permite acabamentos mais perfeitos, mais duradouros e muito mais económicos

Estude a vantagem do emprego do

CIMENTO BRANCO LUSO

Consulte os distribuidores gerais

No Sul: **SCIAL** — T. do Corpo Santo, 15 — Telef. 66 61 86 — Lisboa
No Norte: **SCIAL** — R. do Bonjardim, 205 — Telef. 2 5779 — Porto

POSTES DE BETÃO PARA LINHAS ELÉCTRICAS
MOSAICOS E AZULEJOS
COLUNAS PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
MANILHAS PARA ESGOTOS

SOCIEDADE PORTUGUESA **Carvam**

RUA D. ESTEFÂNIA, 94-A-LISBOA-1 -TELEF. 47812-50129

WABCO

WESTIN'GHOUSE
AIR BRAKE COMPANY
Construction Equipment Division
Peoria (Ilinois) - 61601

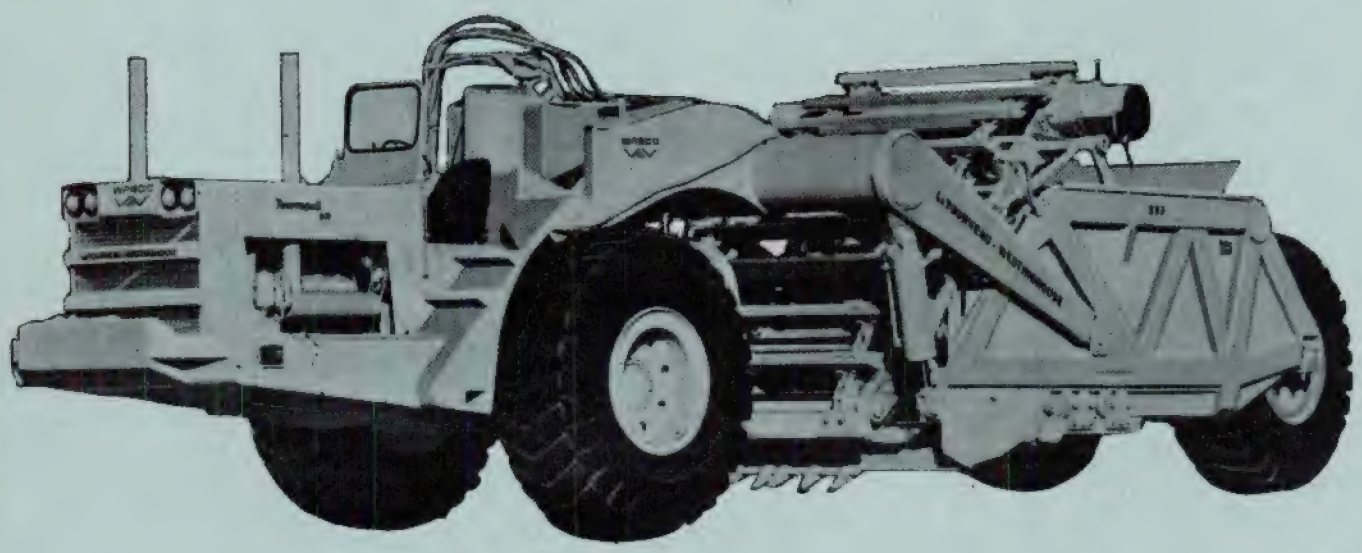
"TOURNAPULL-SCRAPERS"

LE TOURNEAU WESTINGHOUSE

CAPACIDADE DE 11, 21 E 31 JARDAS CÚBICAS

NÃO NECESSITA DE TRACTOR PARA EMPURRE!
UMA SÓ MÁQUINA... UM SÓ OPERADOR...

Escarifica... Carrega... Transporta... Descarrega... Em terrenos de toda a natureza!



DISTRIBUIDOR EXCLUSIVO

GUEDES & ALMEIDA LDA.

Rua Áurea, 181-2.º — LISBOA-2 — TELEFS. 32 50 80 e 32 78 45

Através das suas organizações de: LISBOA • LUANDA LOBITO • NOVA LISBOA e Agências de: PORTO, GUINÉ, S. TOMÉ E PRÍNCIPE e CABO VERDE fornecerá todos os elementos técnicos, para criteriosa escolha, assistência técnica e sobresselentes.
A1-a

Celulite

ISOLAMENTO
TÉRMICO DAS
CONSTRUÇÕES

PAVIMENTOS
*
TECTOS
*
PAREDES
*
CÂMARAS
FRIGORÍFICAS
*
ISOLAMENTOS
INDUSTRIAIS

Terraços e pavimentos isolados com CELULITE no edifício da Comp.ª de Seguros Fidelidade — P. das Águas Livres — Lisboa

SETH, LDA. • RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º • TEL. 53 01 56 — LISBOA

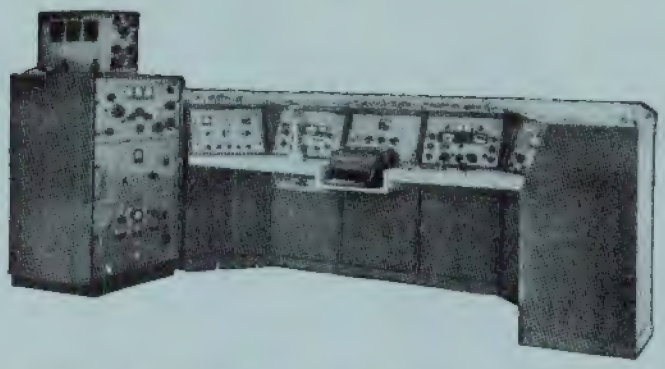
Para impermeabilizar terraços,
paredes, fundações, etc.

COLAGEM DE
TACOS DE MADEIRA

TELEF. 53 0156 TELEG. EPALDA — LISBOA

EMPREZA DE PRODUCTOS ASFÁLTICOS
IMPERMEABILISADOR
IMEPA
RUA FILIPE FOLQUE, 10-1.º-LISBOA

FÁBRICA EM SÁCAVÉM



Comunicações

equipamentos
e sistemas completos

- Cuidadosamente projectados
- Amplamente experimentados
- Completamente integrados

THE TECHNICAL MATERIEL CORPORATION

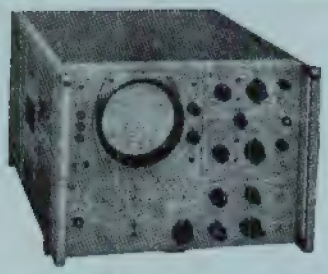
HEWLETT hp PACKARD

aparelhagem electrónica de medida e registo

Osciloscópios, Oscilógrafos, Voltímetros electrónicos, Geradores de sinal, Contadores electrónicos, Registadores digitais, Fontes de alimentação

Registador digital Dymec

Registador Sanborn

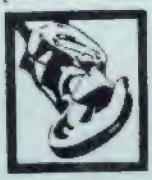


Osciloscópio HP

Contador Electrónico HP

TELECTRA EMPRESA TECNICA DE EQUIPAMENTOS ELECTRICOS, S.A.R.L.

DEMAG EQUIPA TODA A INDUSTRIA



Mobilize grandes forças!

Nos carregamentos, no transporte, no empilhamento, na montagem - em serviço nos depósitos e estaleiros - em toda a parte as gruas móveis «Demag» dão provas do seu grande rendimento e justificam a confiança nelas depositada. As gruas móveis «Demag» são construídas segundo a técnica mais evoluída, sendo uma combinação perfeita do guindaste e do automóvel.

Convença-se por si próprio das possibilidades da grua móvel «Demag». Os nossos especialistas estão ao vosso dispor. Uma assistência exemplar garante a eficiência da vossa máquina.

ROMAR — UMA ORGANIZAÇÃO AO SERVIÇO DA INDÚSTRIA

SOCIEDADE COMERCIAL ROMAR, LDA.

LISBOA – TRAVESSA DA GALÉ, Nº 9, TEL. 635670 / 634061 • PORTO – R. DE SÁ DA BANDEIRA, Nº 589/603, TEL. 25871/32205

técnica

NUMERO 366 * MARÇO DE 1967 * ANO XLII * VOL. XXIX * DIRECTOR: ASSIS FARINHA MARTINS

C. D. U. 71 [378] : 624

O ENSINO DA URBANIZAÇÃO PARA FORMAÇÃO E INFORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS CIVIS (*)

por MANUEL DA COSTA LOBO
Prof. do I. S. T.

RESUMO

Após uma introdução em que é definido o âmbito da Urbanização e em que se acentua a necessidade de enquadramento e coordenação dos planeamentos territoriais sucessivos, no espaço e no tempo, portanto da continuidade dos estudos, o autor destaca a formação aconselhável para os urbanistas no conjunto de especialistas das equipas pluridisciplinares a organizar para o estudo dos planos de urbanização. Sublinha, muito particularmente, a indispensabilidade duma preparação profunda e meticulosa dos urbanistas, para poderem encontrar resposta aos problemas de arrumação do território que as sociedades de hoje apresentam para resolver. Refere, também, a necessidade de expansão do ensino dos principios da urbanização, que importa divulgar. Depois de referir as matérias que deveriam estar presentes uum curso especializado de urbanização, o autor termina por lembrar a situação do seu ensino actual e o contributo importante incluido no Curso de Engenharia Civil para a formação dos urbanistas em Portugal.

SYNOPSIS

To define the discipline of urbanization, the author makes it clear that the study of the urban tissues developement must always be well related to the next territories, and regionally coordinated. Also, the need of predictions for large delays implus a continuity of process. Within the variety of experts included in a developement plan team, the author stresses the need of the urbanist and the character of his qualifications and knowledges. He also holds the opinion of a larger education in the field of urbanization, to prepare the population for the dialogue it is suposed to have with the planners. Finally, the author enphasyses the possibilities of the Civil Engineering Course of the I. S. T., as a preparatory-base for professional urbanists.

I — A urbanização, como hoje se entende, é uma disciplina nova, e, talvez, ainda, uma disciplina em formação. Como todas as disciplinas novas, buscou em várias outras as bases que lhe permitiram constituir um conjunto coerente, reunindo-as em torno dum objectivo, e verificando, a seguir, as próprias dimensões específicas da matéria.

Ora, o objectivo da urbanização é, sem dúvida, a arrumação no território das construções e das actividades. Desta arrumação resulta a criação do meio em que o Homem viverá. De certo modo, através dos planeamentos urbanísticos, complementados e realizados através das obras de engenharia e de arquitectura, imprime-se, na face da Terra, a expressão geográfica das civilizações. Diríamos, assim, que o seu conteúdo é duplamente humano. Primeiro, porque visa criar um ambiente, não

(*) Conferência proferida no I. S. T. integrada na IV Semana de Engenharia Civil.

com um fim, mas como um meio, que sirva e satisfaça o Homem, onde ele possa realizar-se; segundo, porque serve para expressar a cultura desse mesmo Homem, em termos que se projectam para além do seu próprio tempo, no claro-escuro dos espaços e dos volumes, no mundo da forma e da cor.

No fundo, porém, que princípios deverão reger a procura daquele meio em que a vida se irá desenrolar, e como processar o respectivo estudo?

É evidente que todo o processo implica uma projecção no tempo, uma previsão de circunstâncias e de consequências, a resultar num planeamento a longo prazo, de enquadramento das opções mestras, e, a curto prazo, no tocante à coordenação das realizações.

Por outro lado, há que garantir o estudo do problema sob diferentes pontos de vista, quanto possível integrados:

a) engenharia civil e arquitectura — procurando que as grandes obras de engenharia, devidamente coordenadas, correspondam a um valor mínimo do somatório dos respectivos custos, porém, funcionando de acordo com os objectivos de utilização e cobrindo os campos de transportes, da distribuição de energia, da exploração dos recursos dos solos e sub-solos, do abastecimento de águas, da drenagem de esgotos, da recolha de lixos, das comunicações.

b) económico — equacionando os aspectos económicos do plano, visando uma solução financeiramente viável e uma maior rentabilidade das actividades a processar no espaço estudado.

c) humano e social — tendo em atenção a influência exercida pelo meio, pela sua organização e pela sua forma espacial, na psicologia humana, no seu estado de espírito, com especial relevo para os problemas de ordem colectiva, que interessem à própria consciencialização das comunidades e à resolução de problemas de relação social.

d) cultural e científico — no sentido de salvaguardar os patrimónios existentes, dentro dum critério explícito de hierarquia de valores, tendo em conta a história e a arte, a realidade e importância da presença de elementos naturais, enfim, e numa fórmula de grande amplidão, desde os valores do espírito aos bens económicos.

e) sob o ponto de vista dos próprios equilíbrios biológicos.

Qualquer estudo de planeamento urbanístico que subestimasse, por exemplo, os aspectos humanos e sociais, não fazia mais do que atraiçoar os seus objectivos supremos. Este facto tem conduzido a pretender, erròneamente, considerar a urbanização como pouco mais do que um ramo das ciências sociais, em oposição aos que vêem nela, também incompletamente, a disciplina da composição dos espaços, como simples expressão técnica e estética das programações socio-económicas, e a estas absolutamente subordinada.

Ora, é exactamente a necessidade de visar os objectivos, pesar os princípios (estes de grande complexidade pelos diferentes pontos de vista em jogo), e concluir por uma expressão geográfica, isto é, pela criação duma paisagem urbana ou rural, próxima ou distante, que caracteriza e torna específica a nova disciplina. A experiência tem largamente demonstrado o inconveniente de rìgidamente estabelecer uma hierarquia e cronologia que confiram ao planeamento económico uma precedência sobre o planeamento territorial, assim como errado seria querer impor uma precedência inversa. Só uma sucessão de estudos e acções operacionais, conduzidas a partir das duas ópticas, poderão permitir culminar num planeamento integral, escalão onde à administração das colectividades, e às populações em geral, compete tomar opções e aceitar o escalonamento de valores proposto.

Um aspecto que bem pode confundir quem pretenda definir com rigor o âmbito dos estudos de urbanização, é a diversidade de extensão, no espaço e no tempo, que se pode observar em diferentes estudos. Na verdade, quanto ao espaço, encontramos planos urbanísticos que abrangem desde um pequeno bairro, ou uma sua parte, até grandes regiões, tendendo-se, ùltimamente, para acentuar a necessidade de coordenar o seu estudo a uma escala verdadeiramente mundial. Quanto ao tempo, deparamos não só com planos para imediata realização, em curto prazo, mas também com outros

em que se fazem previsões para trinta ou quarenta anos de distância, ou mesmo mais, tentando-se vislumbrar o futuro do processso urbanístico ainda para além, numa óptica de termo indefinido.

A estas dilatadas e variadas dimensões do objecto de estudo, acrescem dois princípios fundamentais que ajudam a definir o que esta disciplina tem de mais característico: 1.º — Nenhum estudo concreto se poderá considerar plenamente válido se não for enquadrado em plano ou estudo de dimensão de ordem superior, que garanta uma coordenação com o estudo dos espaços vizinhos de escalão paralelo. 2.º — Qualquer estudo relativo a realizações a curto prazo tem de integrar-se numa formulação de planos, ou simples hipóteses de trabalho, a longo prazo, os quais, de qualquer forma, deverão estabelecer-se, no tempo, de harmonia com a durabilidade e imutabilidade prática das infraestruturas a programar para os fins em vista. Estas condições implicam, frequentemente, a necessidade de jogar com previsões para prazos diferentes relativamente ao plano, diferenciados consoante o tipo e importância das infraestruturas.

Os dois princípios resumidamente enunciados acarretam uma condição da maior importância, que é a da continuidade dos estudos, no espaço e no tempo, isto é, cobrindo a totalidade do território, em oposição aos antigos estudos pontuais, das urbes, e processando-se indefinidamente como leme que orienta, permanentemente, o rumo do desenvolvimento territorial. E se está sempre atento às circunstâncias do tempo, não é para guardar para si a oportunidade de alterar indiscriminadamente as próprias proposições e estruturas do plano, mas, pelo contrário, para sàbiamente defender a sua continuidade e aproveitar ùtilmente todos os seus aspectos, que as condições novas possam ter tornado aparentemente insustentáveis ou obsoletas. Este ponto de vista consideramo-lo de primeira importância, mas, infelizmente, muitas vezes esquecido pelas sucessivas administrações e pelos próprios profissionais menos conscientes.

Destas considerações acerca do âmbito da urbanização esperamos ter destacado os aspectos principais, mostrando que a disciplina se apoia noutras existentes, mas tentando uma síntese coerente, por processos que lhe são específicos, e abrangendo uma complexa gama de estudos a diferentes escalas.

II. Perante a tarefa definida, há que deduzir a formação dos profissionais que terão que realizá-la. A consciência das limitações humanas leva-nos a admitir que a formação dos urbanistas não deve pretender abarcar todos os assuntos incluídos na sua complexa matéria. A resposta a esta dificuldade encontra-se na organização de equipas pluridisciplinares, como vai sendo prática corrente, e onde um contacto permanente com diferentes especialidades permitirá aos urbanistas, aos profissionais da composição do território, a criação — mas uma criação fundamentada — que conduzirá às propostas concretas de planeamento. Porém, para que uma certa identificação de ideias possa existir no seio das equipas — e ela torna-se essencial para o seu funcionamento, é preciso que a formação dos seus componentes inclua ópticas que visem os mesmos superiores objectivos, ainda que de pontos de vista muito diferentes. Para o urbanista, para o responsável pela síntese coordenada dos valores em jogo, uma formação de largo espectro parece indispensável, ainda que, por vezes, haja o risco de acentuar a superficialidade onde deveria haver solidez de princípios, além duma profunda capacidade de análise dos problemas e das suas hipóteses de trabalho. Diríamos, até, que essas solidez e profundidade são condição de sobrevivência da classe profissional dos urbanistas, perante uma colectividade ávida de tomar parte na resolução dos seus problemas mais candentes e gradualmente mais culta em domínios que tocam as bases primárias do planeamento e desenvolvimento urbanístico.

Na formação universitária dum urbanista teríamos de começar por garantir uma preparação em Matemática, como base às cadeiras seguintes, em Topografia, em Geologia, em Desenho, com necessário desenvolvimento. Depois, e sem pretender propor a ordenação dum verdadeiro curso de urbanismo, citaremos, como matérias a incluír na formação do urbanista, as seguintes:

a) História dos Estabelecimentos Humanos.
b) Geografia Humana (especial desenvolvimento quanto à Geografia Urbana).
c) Sociologia e Antropologia.
d) Economia e Finanças (com especial acentuação dos problemas de economia dos terrenos, incluindo a técnica das avaliações).

e) Estética — princípios gerais e aplicações à estética urbana.
f) Arquitectura (com referências aos seus aspectos históricos e actuais).
g) Engenharia Urbana, abrangendo os problemas de solos e sondagens, o estudo dos traçados de redes e instalações, a organização dos estaleiros e das obras e sua conservação, o funcionamento de serviços municipais.
h) Noções gerais sobre as grandes obras de engenharia — como barragens, canais, portos, centrais de produção de energia, pontes e túneis e outras.
i) Higiene Urbana.
j) Noções de Agronomia.
l) Cálculo Numérico e Gráfico.
m) Estatatística, Erros e Probabilidades.
n) Programação de estudos e metodologia.
o) Paisagismo.
p) Composição Territorial.
r) Legislação e Regulamentação.
s) Administração e Organização.

Os 18 títulos enunciados deverão entender-se como uma simples referência, não havendo aqui oportunidade, como já se acentuou, para discutir o conteúdo a que os mesmos títulos correspondem, nuns casos de carácter geral, noutros com especiais incidências no campo que interessa à urbanização.

Na prática corrente é raro encontrar uma equipa trabalhando em estudos de urbanização que não inclua profissionais qualificados em engenharia civil, arquitectura, paisagismo.

Os geógrafos e os juristas ainda não ocuparam, entre nós, a posição de relevo que, a nosso ver, poderiam e deveriam ocupar. Os economistas e sociólogos são frequentemente chamados a colaborar na situação de consultores. Acidentalmente colaboram um historiador, um arqueólogo, um artista.

É um trabalho difícil, cheio de incertezas, mas também rico de experiências, nos campos da prática profissional e do intercâmbio de ideias.

III. Para evitar o risco, anteriormente referido, duma preparação demasiadamente superficial, ainda que extensa, tem sido advogada a formação dos urbanistas a partir duma qualificação de base de nível universitário, nos sectores das engenharias mais relacionadas com o solo, geografia ou ciências sociais, seguida por cursos especializados e incluindo matérias de complementaridade em relação à formação de base.

Este processo de formação é mais fácil de adoptar às estruturas de ensino existentes e tem a vantagem de assegurar um mínimo de preparação em profundidade, não apresentando senão teòricamente, maior perigo de certa parcialidade no julgamento dos problemas em jogo, já que a imparcialidade completa não será fácil atingir e que a prática de trabalho em equipa, onde seja habitual a discussão crítica pluridisciplinar, processo de estudo por aproximações sucessivas, poderá reduzir qualquer tendência sectorial do urbanista. Outras razões, como a possibilidade de optar mais tarde por uma outra especialização, também militam em favor do estudo complementar.

IV. Numa escola superior de engenharia, nos ramos que ligam as suas obras ao solo, como aspecto específico dessas mesmas obras, a necessidade de introdução do ensino da urbanização já há muito era advogado, está hoje oficialmente reconhecida, e, até certo ponto, satisfeita.

Julgamos de salientar, como elemento de cultura geral, a oportunidade que há, num curso de urbanização, de fazer a chamada geral aos conhecimentos já adquiridos anteriormente, num campo muito vasto, justificada pela necessidade de formação duma mentalidade humanística no campo da urbanização. Esta chamada também estimula o interesse por novos campos de conhecimento e faz sentir a necessidade de maior cultura.

Como disciplina formativa parece-nos de importância a acentuada incidência sobre os problemas de coordenação, de metodologia e programação dos estudos, de esforço de síntese e de criação. Além destes aspectos, merece um lugar destacado a relevância do problema do comportamento moral do urbanista, no tocante à escrupulosa observância da ética profissional. Na verdade, a Uni-

versidade não deverá subestimar as oportunidades que tiver para educar, nesse sentido mais amplo do conceito, pela insistência da palavra, pelo exemplo, e pela transmissão da experiência profissional.

Também a urbanização constitui uma cadeira informativa, embora limitada essa função ao tempo disponível no curso. A informação visará preparar o engenheiro civil que seguir ramos da profissão mais ou menos ligados ao planeamento territorial. Dum modo geral, todos os que estiverem planeando grandes obras de engenharia civil ou que tiverem a responsabilidade da sua coordenação, poderão encontrar na disciplina do urbanismo muita informação útil. O mesmo se poderá dizer do engenheiro municipal, ou mesmo dos serviços municipalizados, já que a coordenação e escalonamento de todas as obras em que se apoia a estruturação dos tecidos urbanos têm que obedecer aos próprios planos de urbanização. Por outro lado, os sectores das obras municipais também poderão fornecer bases para os próprios estudos urbanísticos, como factores a ter em conta nas opções de planeamento.

Para o engenheiro civil que pretender dedicar-se a estudos de urbanização — em profissão liberal, integrado em gabinetes ou para a própria administração municipal ou central, na orientação ou apreciação de estudos — a matéria da cadeira corresponderá a uma base, a uma iniciação que deverá ter o seu seguimento numa especialização adequada.

V — Acontece, entretanto, que as bases e os princípios gerais da urbanizacão, porque interessam directamente às populações, são considerados como fazendo parte do património de senso comum das gentes, especialmente na sua concretização aparente, nas formas dos espaços que define e, até, nas últimas consequências arquitectónicas, segundo fronteiras mal definidas e, frequentemente, confundidas. Ora, mais do que um problema de senso comum, a urbanização deveria considerar-se como implicada na cultura geral dos povos, nos seus expoentes mais elevados e responsáveis. Na verdade, só perante uma sociedade cultivada nos domínos da urbanização será possível estabelecer, entre ela e os urbanistas, um diálogo claro que facilite a identificação dos pontos de vista e permita uma obra que seja a expressão do próprio meio, consideradas não só as circunstâncias presentes mas também as projecções económicas e sociais, e incluídas nestas todas as preocupações culturais das complexas comunidades humanas.

Estas observações conduzem-nos à situação de, simultâneamente, desejar o ensino da urbanização em certa medida introduzido nos programas de cultura geral e, por outro, recear os males dos conhecimentos incompletos, o meio saber, que tantas dificuldades cria no diálogo entre os Homens. Ora, a nosso ver, a solução reside, exactamente, na integração de conhecimentos de filosofia da urbanização, da sua história e das suas mais directas influências na forma de viver, ao nível da própria cultura geral a prodigalizar às populações. É porque, enquanto o património dos conhecimentos ditos do senso comum arrastam, frequentemente, ideias feitas e anquilosadas, falta de poder crítico e de predisposição para uma atitude de espírito aberta à consideração de novas ideias, os conhecimentos integrados numa boa formação de cultura geral, ao contrário, surgem-nos enquadrados por uma filosofia de valores, definidos por coordenadas que os esclarecem e permitem a sua revisão perante as circunstâncias ou os novos dados da ciência. Assim, nós alinharíamos com aqueles que desejam ver estes assuntos tratados desde muito cedo, em certa medida a partir da instrução primária, com o desenvolvimento adequado a cada nível de ensino. Desta forma, evitar-se-iam, pelo menos em parte, a aquisição de informações, sobre a matéria que nos interessa, através das tais ideias feitas, de figurinos visuais, de situação existentes mais ou menos anómalas, ou mesmo doentias. Se assim não for, que significado poderá ter a tão falada participação das populações nas fases de estudo, apreciação e execução do planeamento? Para completar a preparação geral obtida, muito poderia contribuir, para o melhor esclarecimento do público, um esforço de divulgação em todos os sectores interessados. Entre os próprios profissionais deveria manter-se um salutar intercâmbio e, possìvelmente, encararem-se cursos e seminários para refrescamento e visando o progresso da actividade de planeamento urbanístico.

VI — Para o ensino superior da urbanização parte-se, na maior parte das universidades, dos cursos de engenharia civil e arquitectura, onde se incluem já cadeiras sobre a matéria em causa — mais desenvolvidamente neste último — e tenta-se uma especialização através de cursos pós-graduados de dois ou três anos. A estes cursos, nomeadamente em Inglaterra e nos Estados Unidos, são

também admitidos alunos com outras qualificações de base, como geógrafos, economistas, sociólogos, agrónomos, juristas.

Alguns cursos de arquitectura desdobram-se, a partir do 3.º ou 4.º ano, visando, um dos ramos, o planeamento urbanístico. Mas é evidentemente difícil, tanto neste curso como no de engenharia civil, incluir todas as matérias necessárias ao planeamento urbanístico, por muitas delas corresponderem a cursos de índole muito diferente. Em Portugal, nos Cursos Superiores de Engenharia Civil, a cadeira de Urbanização é semestral, muito insuficiente para a preparação que poderia considerar-se desejável para um engenheiro civil cuja actividade esteja ligada a problemas de urbanização. Entretanto, por incluirem esses cursos matérias que, em certa medida, são basilares para o esclarecimento da disciplina em causa — geologia, mecânica dos solos e fundações; topografia; obras de hidráulica fluvial e marítima e grandes obras de engenharia civil; águas e esgotos; estradas e caminhos de ferro; economia e sociologia — parece evidente a vantagem que haveria em melhor aproveitar as possibilidades dos cursos de engenharia civil com vista à prática profissional da urbanização e planeamento territorial.

BIBLIOGRAFIA

— «Sull'Insegnamento dell'Urbanística» — Luigi Dodi (Milano 1967)

MAGUE

"GUINDASTE ELÉCTRICO DE 50 t/16 m - 25 t/30 m EM SERVIÇO NAS OBRAS DE MELHORAMENTO DO PORTO DE PÓVOA DO VARZIM".

PONTES ROLANTES, GUINDASTES E APAR. DE ELEVAÇÃO ESPECIAIS — *Projecto e fabrico*

TURBINAS HIDRÁULICAS — *Fabrico segundo licença de A. C. M. de Vevey, S. A.*

TURBINAS A VAPOR — *Fabrico segundo licença de Brown Boveri, Cie.*

CALDEIRAS A VAPOR — *Projecto e fabrico segundo licença de Foster Wheeler, Co.*

EQUIPAMENTOS E INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS

CONSTRUÇÕES METALOMECANICAS **MAGUE** S.A.R.L.

ALVERCA DO RIBATEJO — PORTUGAL

Para os motores mais aperfeiçoados, o mais aperfeiçoado dos lubrificantes.

PERKINS APROVA BP VANELLUS

Os novos motores Perkins foram projectados para o dia de hoje; — com flexibilidade; para satisfazer a dupla exigência de altas velocidades nas auto-estradas e contínuas paragens e arranques no intenso trânsito citadino. Em quaisquer condições eles aliam a eficiência à economia. Como o mesmo sucede com BP Vanellus, a Perkins aprovou-o para todos os seus motores. BP Vanellus conserva os motores mais limpos, livres de depósitos nocivos e de "sludge" Permite aumentar os períodos entre mudanças de óleo. A imediata aprovação do BP Vanellus pela Perkins é sinal evidente do seu maior avanço como lubrificantes de veículos comerciais. Os proprietários de frotas, para maior rentabilidade do negócio, precisam de BP Vanellus para os seus motores (diesel e gasolina).

O ÓLEO MAIS AVANÇADO PARA FROTAS COMERCIAIS

VANELLUS

C. D. U. 552 : 624.131.25

CARACTERIZAÇÃO GEOTÉCNICA DAS ROCHAS *

por DÉCIO THADEU ⁕
Prof. do I.S.T.

RESUMO

Depois de algumas considerações sobre a importância do conhecimento petrológico para o estudo do comportamento mecânico das rochas, é discutida a classificação geotécnica proposta por Coates; com base nesta discussão, propõe-se uma caracterização geotécnica das rochas que procura ter em atenção, conjuntamente, as características petrológicas e as mecânicas. Finalmente, fazem-se algumas considerações breves sobre maciços rochosos.

SYNOPSIS

After some comments on the importance of petrological knowledge in the study of the mechanical behaviour of rocks, Coates's geotechnical classification is examined. Based on its discussion, a geotechnical characterization of rocks is proposed which tends to take into account both the mechanical and the petrological characteristics. Finally, some brief notes on rock masses are presented.

Encontro-me aqui para satisfazer o amável convite que me foi dirigido pela Comissão Organizadora da IV Semana de Engenharia Civil, no sentido de proferir uma palestra que evidenciasse o interesse dos estudos geológicos em relação à Engenharia Civil.

Embora tivesse, desde logo, aceite o convite, não escondi à Comissão Organizadora que não considerava a escolha feliz, por dois motivos: em primeiro lugar, não possuo as qualidades de conferencista indispensáveis para prender a atenção e, ao mesmo tempo, não cansar a assistência, de modo a resultar deste encontro uma recordação agradável; depois, parecia-me muito difícil a escolha de um tema que eu dominasse de maneira razoável e pudesse interessar suficientemente os novos engenheiros civis.

A Comissão Organizadora não considerou estas razões capazes de me dispensar da realização da palestra e, por esse motivo, aqui me encontro.

Examinadas possibilidades várias, decidi fixar-me num aspecto da Mecânica das Rochas, onde as interferências entre os conhecimentos da Mecânica e da Geologia são particularmente íntimas, a que presto atenção há muito tempo e que tem sido o objecto de contínuas discussões, desde há anos, com o meu colega, Prof. Mello Mendes. Esse aspecto é o da caracterização geotécnica das rochas.

Assim, vou iniciar a exposição por algumas considerações com que pretendo esclarecer o espírito que, julgo, deve animar o engenheiro civil, ao abordar aquele assunto, para depois me ocupar, pròpriamente, da caracterização geotécnica das rochas. Para terminar direi alguma coisa sobre os maciços rochosos, como consequência do que vou expor.

Desde os primórdios da civilização humana, as rochas são utilizadas, quer como material de construção, quer como material em que se apoiam ou onde se escavam obras da mais variada natureza.

É com o sentido naquelas finalidades que as rochas interessam ao engenheiro civil. Ocupar-nos-emos aqui, ùnicamente, da última e sob um aspecto restrito — o da procura de bases para uma caracterização geotécnica das rochas.

O progresso enorme, quer científico, quer tecnológico, realizado no domínio dos materiais de construção e das estruturas, tem levado o engenheiro civil a concepções cada vez mais ousadas que, se encontram justificação nos conhecimentos adquiridos naquele domínio, têm deparado com dificuldades pelo que diz respeito ao conhecimento do comportamento das rochas.

Estabeleceu-se, assim, um desiquilíbrio entre as possibilidades oferecidas, ao engenheiro, pelos

---

* Conferência proferida no Instituto Superior Técnico, integrada na IV Semana de Engenharia Civil.

⁕ Laboratório de Geologia, Instituto Superior Técnico, Lisboa 1.

materiais de construção de que dispõe e pelo estudo das estruturas, por um lado, e o que é lícito ou prudente exigir das rochas, por outro.

Na realidade, o que interessa ao engenheiro é dominar o conjunto constituído pela obra e pela rocha que a suporta ou inclui; a obra é hoje tratada com conhecimento profundo das propriedades dos materiais e dos métodos de cálculo enquanto, pelo que diz respeito à rocha, o grau de conhecimento é ainda manifestamente insuficiente.

O desenvolvimento registado pelo ramo recente da Mecânica — a Mecânica das Rochas — resultou, em grande parte, da necessidade de se atenuar aquele desiquilíbrio.

Ainda está na memória de todos o interesse e, mesmo, o entusiasmo de que se rodeou a realização do I Congresso da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas, efectuado no último ano, em Lisboa.

Não obstante todos os esforços, que aumentam em progressão geométrica com o tempo, a verdade é que ainda hoje a Mecânica das Rochas não oferece um corpo de doutrina harmónico. Este facto pode atribuir-se à grande diversidade de fins que o estudo da mecânica das rochas tem pretendido alcançar mas deve-se, sobretudo, à complexidade intrínseca do material em causa, agravada pela existência de numerosas características que lhe são extrínsecas.

Não pode esquecer-se que, quando se estuda uma rocha, essa rocha se encontra num dado estado que não é definitivo, visto as rochas estarem sujeitas a evolução no tempo que, se pode ser desprezada nalguns casos, tem de ser tida em consideração noutros.

Esta dificuldade que se depara à Mecânica das Rochas, própria do material, foi posta bem em evidência pelo Eng.º Manuel Rocha (1966, p. 2), quando da inauguração do congresso citado.

Outra dificuldade existe, não menos importante, que, embora esteja na mente de todos os que abordam a Mecânica das Rochas, raramente se vê referida.

A Mecânica das Rochas cobre um domínio da Ciência que é fronteiro entre a Mecânica e a Geologia. Daqui a facilidade que se tem verificado, por parte dos seus cultores, em minimizarem um daqueles ramos do conhecimento consoante têm formação básica num ou noutro, caindo frequentemente no erro, citado pelo Prof. Orlando Ribeiro (1966) em simples artigo de jornal, mas merecedor de atenta leitura, de minimizarem o interesse de um dos ramos e criarem ideia falsa do próprio ramo do conhecimento em que se formaram.

Deve dizer-se que, nos últimos anos, se tem assistido, em Portugal, a uma investigação mais equilibrada no domínio da Mecânica das Rochas e, cremos bem, daí resultam manifestas vantagens.

Foi tendo em consideração as dificuldades que apresenta a *compreensão* das rochas para o engenheiro civil que propusemos, à Comissão Organizadora da IV Semana de Engenharia Civil, ocuparmo-nos delas na palestra pedida.

Ao engenheiro civil interessa o conhecimento da deformabilidade e da capacidade de carga, no caso de fundações, da deformabilidade e das tensões instaladas, no de escavações subterrâneas, das condições de estabilidade, no caso das escavações a céu-aberto. Em qualquer destes casos as rochas são sempre consideradas em volumes apreciáveis e daí o ver-se designá-las, correntemente, na literatura de engenharia civil, por *maciço, rocher, rock mass,* etc.

Mesmo quando considera as rochas em volume mais reduzido ou em volumes parciais, com a finalidade de facilitar o estudo, não pode perder de vista que necessita, depois, de extrapolar ou integrar aos volumes com que trabalha.

O petrologista não pode deixar de encarar as rochas em volumes consideráveis, mesmo maiores do que os abrangidos pelo engenheiro, pois tem de as olhar de acordo com as dimensões que atingem na crosta terrestre. A sua preocupação dominante é, contudo, caracterizar tipos específicos elementares para depois estabelecer uma classificação onde os diversos tipos elementares encontrem o devido lugar, tendo em atenção a origem e o modo de formação.

Há no entanto, um ponto comum: uns e outros têm por objecto de estudo as mesmas entidades e o conhecimento correcto destas só pode ser obtido mediante a integração dos conhecimentos alcançados nos diversos campos.

A Mecânica das Rochas encara as rochas de um ponto de vista particular mas, nem por isso, pode ignorar o conhecimento petrológico das mesmas e qualquer classificação geotécnica (entende-se por classificação geotécnica, sob o ponto de

vista aqui tratado, toda aquela que procura atender ao comportamento mecânico), terá de tomar em consideração aquele conhecimento.

As classificações petrológicas, além de complexas, ainda hoje carecem de coerência e, tendo sido estabelecidas com vista a classificação, em si, dos diferentes tipos de rochas, são dominadas, em maior ou menor grau, por considerações de ordem genérica.

Estes factos justificam que o engenheiro civil se sinta desorientado quando posto perante aquelas, tanto mais que não tendo sido considerados, no estabelecimento das mesmas, os aspectos fundamentais para a engenharia civil (nem é fácil que o possam ser), o engenheiro é obrigado a um trabalho de interpretação para o qual não tem, regra geral, a devida preparação.

Esta situação é, ainda, agravada pelo facto de o estudo petrológico ser muitas vezes efectuado por quem não tem noção clara do que necessita o engenheiro para a realização dos seus trabalhos.

Estabelece-se, deste modo, uma incompreensão mútua que tem prejudicado o desenvolvimento de uma doutrina básica e que se torna indispensável eliminar para que se possam abordar, em melhores condições, os problemas já de si extremamente complexos da Mecânica das Rochas.

O engenheiro civil tem a ambição de submeter as rochas a um tratamento análogo ao dos outros materiais e estruturas, para o que tem procurado caracterizá-las por diversos parâmetros, de uso corrente para os outros materiais. Se tem sido possível determinar esses parâmetros para as rochas, com maior ou menor dificuldade, com maior ou menor aproximação, verifica-se que a interpretação dos resultados é difícil e, por vezes, muito duvidosa.

É precisamente na interpretação destes resultados que nos parece ser imprescindível o conhecimento petrológico das rochas e, mesmo, o geológico.

Julgo ser dentro deste espírito de incompreensão recíproca que se deve considerar a classificação geotécnica das rochas proposta para discussão, muito recentemente, por COATES (1964), com base na resistência à compressão uniaxial, nas características da deformabilidade antes da rotura, nas caraterísticas da rotura, na homogeneidade em grande e na continuidade da massa rochosa (Quadro I).

Esta classificação apresenta, desde logo, o grave defeito de ter cinco entradas e nada dizer sobre a natureza petrológica da rocha, quer dizer, despreza um certo número de elementos, implícitos na natureza petrológica da rocha, que, se não podem ser traduzidos em valores numéricos, nem por isso deixam de contribuir, de modo importante, para a compreensão do comportamento mecânico das rochas.

Na realidade, a tentativa de Coates parece dever ser encarada mais como de normalização da caracterização mecânica, do que como uma classificação.

No entanto, não deixa de ter interesse se se atender a que se procurou escolher características que não só fossem fundamentais sob o ponto de vista da Mecânica das Rochas, mas que além disso fossem susceptíveis de determinação mais ou menos fácil e, tanto quanto possível, mediante ensaios normalizados.

A deficiência apontada da falta de caracterização petrológica foi, aliás, reconhecida pelo próprio Coates que, em trabalho publicado pouco mais tarde (COATES & PARSONS, 1966), propõe considerar a identificação petrológica das rochas, embora restrita a uma designação simples; reconhece, precisamente, que propriedades importantes das rochas podem escapar às determinações práticas ou nem mesmo serem susceptíveis de tradução numérica, e que será a identificação petrológica que as pode sugerir mais claramente (COATES & PARSONS, 1966, p. 185).

Esta nova achega está longe de resolver o problema.

Dada a imensa variedade de tipos litológicos e a presença constante de termos de transição, não é a identificação petrológica simples que pode particularizar suficientemente uma rocha; significa, no entanto, o reconhecimento do interesse da identificação petrológica e mesmo da possibilidade de esta ter em conta características geomecânicas que não é de esperar possam vir a ser evidenciadas pelos processos próprios da Mecânica das Rochas.

A tentativa de Coates apresenta, quanto a nós, uma outra falha, que não mereceu até agora reparo do Autor. Consiste em considerar, ao mesmo tempo, características nìtidamente intrínsecas das rochas, em si, e outras que lhes são extrínsecas ou, então, próprias do maciço rochoso, sem todavia as separar devidamente, de modo a po-

der conduzir-se o estudo por fases sucessivas, como parece indispensável.

Por outras palavras e dado que nos dirigimos a engenheiros civis, a falha da classificação de Coates, a que nos referimos, equivale a considerar simultâneamente propriedades de um material (a rocha), e características de uma estrutura (o maciço rochoso), constituída por elementos daquele material.

A resistência à compressão uniaxial, as características de deformabilidade antes da rotura e as características da rotura são intrínsecas do material, e, segundo Coates, serão determinadas laboratorialmente.

A homogeneidade em grande, tal como a define COATES (1964, p. 427), tanto pode referir-se a característica própria do material, como a característica do maciço rochoso e, no caso da Mecânica das Rochas, é sob este último aspecto que geralmente deve ser encarada.

A continuidade da massa rochosa é, manifestamente, uma característica do maciço rochoso.

Esta análise crítica da caracterização proposta por Coates teve por objectivo salientar que aquela enferma, fundamentalmente, de informação petrológica deficiente, na caracterização das rochas, e faz intervir propriedades do maciço rochoso que, por seu lado, não fica definido, o que aliás parece ultrapassar as intensões do autor.

Mesmo sob o ponto de vista restrito da Mecânica das Rochas, a caracterização proposta por Coates é insuficiente para informar o engenheiro civil do comportamento mecânico das rochas e, por mais forte razão, do maciço rochoso.

Vamos examinar em que medida a informação de carácter petrológico pode contribuir para alargar e esclarecer a informação geotécnica, baseada nas características mecânicas, e, depois, referir a conveniência de introduzir algumas alterações na caracterização mecânica proposta por Coates.

Para o objectivo da Mecânica das Rochas, entende-se por *rocha* qualquer massa de matéria mineral, originada por processos naturais, consolidada ou coerente e relativamente dura. Esta definição permite, pois, afastar os solos, de que se ocupa a Mecânica dos Solos.

As rochas caracterizam-se por uma série de propriedades que lhes são próprias, entre as quais merecem particular atenção a composição química e mineralógica, a textura e a fábrica, e a estrutura.

Embora todos estes termos sejam de emprego corrente, convém precisar o conteúdo atribuído a alguns deles.

A composição química e a composição mineralógica não se prestam a interpretações duvidosas. A composição química traduz a composição da rocha expressa na percentagem dos elementos químicos presentes, enquanto a composição mineralógica traduz aquela composição mas em percentagem dos constituintes da rocha, quer dizer, dos minerais ocorrentes.

Destas duas características atribui-se maior importância à composição mineralógica, pois, não só é, em regra, de mais fácil determinação, como traduz mais rigorosamente a natureza da rocha.

Só será de recorrer à composição química nos casos especiais em que a determinação da composição mineralógica é difícil ou impossível.

As características que se traduzem pelas designações de textura e fábrica, mau grado o emprego corrente, prestam-se a grande confusão e é muito frequente vê-las usar como sinónimo uma da outra.

Quando se alude à textura de uma rocha quer-se significar o conjunto de características que lhe conferem o aspecto sob o qual a observamos e, dentro dela, consideramos as formas, as dimensões e o arranjo dos constituintes; muitos autores incluem, ainda, o grau de cristalinidade.

A fábrica é tida, geralmente, como um dos factores determinantes da textura, que depende das formas, das dimensões relativas e do arranjo dos constituintes da rocha. A definição mais particularizada de fábrica que conhecemos é dada por KRYNINE & JUDD (1957, p. 27); por fábrica entendem estes autores o arranjo especial das partículas da rocha, incluindo dimensões dos grãos e respectivas percentagens, forma e orientação dos mesmos, microfracturação, modo como as partículas se dispõem e aderem umas às outras, natureza da matriz ou do cimento, etc.

O significado destes termos sobrepõe-se em demasia para que se justifique o emprego simultâneo dos dois. A diferença principal julgamos que reside na preponderância dada, na determinação da fábrica, aos factores geométricos que, aliás, não deixam de ser considerados no conceito da textura.

QUADRO I

Classificação das Rochas proposta por Coates (1964) e Coates & Parsons (1966)

1. *Resistência à compressão uniaxial*

   a) fraca
   b) forte
   c) muito forte

2. *Características de deformabilidade antes da rotura*

   a) elástica
   b) viscosa[1]

3. *Características da rotura*

   a) frágil
   b) plástica[2]

4. *Homogeneidade em grande*

   a) maciça
   b) estratificada[3]

5. *Continuidade da massa rochosa*[4]

   a) sólida
   b) em blocos
   c) quebrada

Observações: 1. As características de deformabilidade antes da rotura serão classificadas de *viscosas* quando a velocidade de deformação é superior a 2×10^{-6} por hora, sob uma tensão constante equivalente a 50 % da tensão de rotura à compressão uniaxial. A designação *viscosa* não nos parece correcta.

2. As características da rotura seriam *plásticas* quando mais de 25 % da deformação, verificada antes da rotura, seja permanente. Também esta designação não nos parece ser feliz.

3. A *estratificação* é tomada em sentido muito lato, incluindo estratificação, xistosidade e quaisquer outros factores que conduzam à definição de direcções de menor resistência.

4. A continuidade da massa rochosa é classificada *sólida* quando as fracturas estão espaçadas de mais de 1,8 m, *em blocos* quando o espaçamento entre fracturas esteja compreendido entre 0,76 m e 1,8 m, e *quebrada* quando a rocha se encontrar dividida em fragmentos de dimensões inferiores a 0,76 m.

Nestas condições, preferiríamos reter um só termo e as nossas simpatias iriam para o de textura, por de mais amplo emprego em todos os ramos do conhecimento que se ocupam das rochas.

QUADRO II

Caracterização geotécnica das rochas

I. CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA

1. *Composição mineralógica*
2. *Textura*
3. *Estrutura*
4. *Classificação petrológica*

II. CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA

1. *Arranjo estrutural*

   a) isotrópico
   b) ortotrópico
   c) anisotrópico

2. *Resistência à compressão uniaxial*

   a) fraca
   b) forte
   c) muito forte

3. *Características de deformabilidade antes da rotura*

   a) elástica
   b) anelástica[1]

4. *Características da rotura*

   a frágil
   b) dúctil[2]

5. *Resistência ao corte*

Observações 1. As características de deformabilidade das rochas não elásticas são demasiado complexas para que possam ser identificadas, simplesmente, como *viscosas*; assim, prefere-se classificá-las em elásticas e *anelásticas*.

2. Prefere-se a designação de *dúctil* que, em Mineralogia, traduz a capacidade de um mineral sofrer importante deformação antes de se romper.

A estrutura é outro termo que se tem prestado a confusão e que procuraremos esclarecer. Por estrutura de uma rocha entendem-se, geralmente, os factores só reconhecíveis no terreno, por se revelarem em grande escala, tais como listrado, lineação, presença de vacúolos, superfícies de estratificação e de xistosidade, e fracturação.

Na realidade, alguns daqueles factores são susceptíveis, muitas vezes, de identificação à

escala da simples amostra-de-mão e, outras vezes, mesmo à escala microscópica.

Assim, julgamos conveniente reduzir o significado de estrutura da rocha aos factores, dos acima citados, que lhe são inerentes e não impostos. Deste modo, não incluímos no conceito de estrutura da rocha qualquer fracturação resultante de efeitos mecânicos ou outros, que consideraremos noutro local.

Em conclusão, de entre as características petrológicas destacaremos, para a caracterização das rochas, a composição mineralógica, a textura e a estrutura, que pensamos podem esclarecer muito o conhecimento do respectivo comportamento mecânico, e que devem ser completadas com a classificação petrológica, simplificada, na medida em que daí não provenha má identificação e tendo em atenção o fim a que se destina (Quadro II).

Pelo que diz respeito às características mecânicas nada temos a objectar quanto às três primeiras propostas por Coates: resistência à compressão uniaxial, características de deformabilidade antes da rotura e características da rotura. Já quanto à quarta — homogeneidade em grande — consideramos a designação infeliz porque, como vimos, tanto pode referir-se a característica própria da rocha como a característica do maciço rochoso, sendo sob este último aspecto que ela parece ter maior importância em Mecânica das Rochas.

É no entanto, vantajoso referí-la, mas restringindo o seu âmbito às características estruturais inerentes à rocha e designando-a, antes, por *arranjo estrutural* e passando a considerar, em lugar das duas categorias previstas por COATES (1964, p. 427) — maciças e «estratificadas» —, antes três, como é prática no Laboratório Nacional de Engenharia Civil: *isotrópico* (sem direcções estruturais privilegiadas), *ortotrópico* (com uma direcção estrutural privilegiada) e *anisotrópico* (com mais de uma direcção estrutural privilegiada).

O arranjo estrutural é, pois, uma característica que surge como que realizando, por assim dizer, a ligação entre as características petrológicas e as mecânicas. Até certo ponto, pode confundir-se com a estrutura da rocha, tal como esta foi definida dentro do âmbito da Petrologia; talvez haja, todavia, vantagem em considerar, separadamente, estrutura e arranjo estrutural, por serem encarados aqui de pontos de vista algo diferentes.

Sob a rubrica estrutura, na caracterização petrológica, pode e deve dar-se uma ideia clara do modo como a rocha se encontra edificada (sumamente importante para o caso das rochas sedimentares), enquanto sob a rubrica arranjo estrutural, na caracterização mecânica, só se considera a ausência ou presença de direcções estruturais privilegiadas.

De qualquer modo, é mais lógico considerar o arranjo estrutural à cabeça das características mecânicas porque, além de estabelecer a ligação directa com as características petrológicas, da determinação do tipo de arranjo estrutural vai depender haver necessidade ou não de considerar um ou mais valores para as restantes características (resistência à compressão uniaxial, deformabilidade antes da rotura e características da rotura).

A última característica proposta por Coates, a continuidade da massa rochosa, é manifestamente uma característica do maciço rochoso, que deve ser afastada da caracterização das rochas.

Finalmente, haveria vantagem em considerar outra característica mecânica, não sugerida por Coates, a da *resistência ao corte* (ou ao cisalhamento) que, pelo que diz respeito às rochas com arranjo estrutural do tipo ortotrópico, pode determinar em larga medida o respectivo comportamento mecânico.

O exame de alguns exemplos vai permitir verificar a necessidade de complementar a caracterização mecânica com a petrológica, pondo em relevo a vantagem das alterações que se introduziram naquela, em relação ao esquema de Coates.

Escolheram-se, com aquela finalidade, três exemplos dados por COATES & PARSONS (1966) e um colhido de trabalho do Prof. Mello MENDES (1960). A respectiva caracterização, segundo as normas indicadas por Coates, está patente no Quadro III, e, segundo as normas aqui propostas, no Quadro IV.

Examinando o Quadro III, vê-se que a classificação de Coates, que aliás se julga mais correcto designar por caracterização, não permite estabelecer nítida diferença entre um conglomerado, um filádio e uma "clorite", rochas cujo comportamento mecânico será, sem dúvida, bastante diferente; quanto à última, "clorite" nem sequer permite julgar da natureza da rocha. Por outro lado, também não dá justificação para a diferença que se regista entre os dois granitos escolhidos.

QUADRO III

Classificação geotécnica de algumas rochas, segundo Coates & Parsons (1966)

	Granito 1	*Granito 2*	*Conglomerado*	*Clorite*	*Filádio*
1. Resistência à compressão uniaxial	Forte	Muito forte	Muito forte	Forte	Forte
2. Características de deformabilidade	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico
3. Características da rotura .	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil
4. Homogeneidade em grande	Maciça	Maciça	Estratificada	?	Xistificada fina
5. Continuidade da massa rochosa	—	—	—	—	—
6. Classificação petrológica	Granito	Granito	Conglomerado	Clorite	Filádio

COATES & PARSONS (1966) — *Granito 1, Granito 2, Conglomerado, Clorite.*
MENDES (1960) — *Filádio.*

Se se examinarem os mesmos exemplos, caracterizados como aqui se propõe (Quadro IV), verifica-se que, apesar das deficiências de informação petrológica devidas à falta de elementos, não só a distinção entre as referidas rochas se torna mais vincada, como se obtém conhecimento mais profundo do seu possível comportamento mecânico.

Assim, a composição mineralógica do granito 1 explica a menor resistência deste à compressão uniaxial, em relação ao granito 2; a presença do teor de hornblenda + biotite, que pode ir até 15 %, aconselhará a examinar a alterabilidade da rocha; a composição do granito 1 revela, ainda, uma rocha de composição muito estranha para um granito, devendo tratar-se de uma diferenciação local ou de um sienito, facto que exigiria esclarecimento antes de se passar a considerar a sua caracterização mecânica.

A caracterização nos moldes propostos, do conglomerado e do granito 2 permite, semelhantemente, apreciar as causas da identidade oferecida pelas características mecânicas, que resulta de o cimento do primeiro ser constituído por quartzo, tal como os elementos; se o conhecimento da estrutura fosse mais preciso poder-se-ia fazer ideia da importância que o arranjo estrutural desempenha no comportamento mecânico; a presença de pirite (até 15 %) no conglomerado exige atenção imediata.

O conhecimento da «clorite», não obstante a determinação de características mecânicas, não chega a verificar-se, nem de modo aproximado. A falta de indicações sobre a respectiva textura e estrutura impede qualquer juízo sobre o seu provável comportamento mecânico.

A importância da determinação prévia do tipo de arranjo estrutural é salientada pelo exemplo do filádio, onde o arranjo ortotrópico impôs a realização de ensaios à compressão uniaxial paralelos e normais à xistosidade.

Apontámos, ao criticar a classificação de Coates, que a homogeneidade em grande e a continuidade de massa rochosa deviam ser consideradas, mais pròpriamente, sob o ponto de vista do maciço rochoso.

De acordo com aquela orientação, vamos procurar aludir à caracterização dos maciços rochosos, o que aliás não é fácil, dada a extrema complexidade destes.

Temos de confessar a grande dificuldade em definir maciço rochoso, não obstante todos termos ideia do que entendemos por tal.

Um maciço rochoso é um volume de rocha que, para o engenheiro civil, talvez possa considerar-se como um conjunto de blocos, mais ou menos individualizados devido à ocorrência de superfícies de descontinuidade, conjunto esse

QUADRO IV

Caracterização geotécnica de algumas rochas

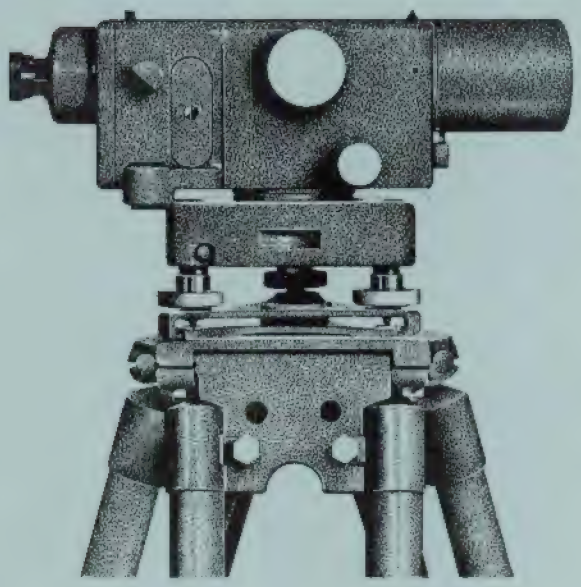
	Granito 1	*Granito 2*	*Conglomerado*	*Clorite*	*Filádio*
I. CARACTERIZAÇÃO PETROLÓGICA					
1. Composição mineralógica	Ortose 80 % Quartzo 5 % Hornblenda + + biotite 15 %	Ortose+microclina; Quartzo até 30 %	Elementos quartzosos; matriz quartzosa Pirite até 15 %	Clorite; calcite entre 10 e 30 %	Até 60 % de material detrítico
2. Textura	Granular média	Granular média	Conglomerática	?	Lepido-granoblástica
3. Estrutura	Maciça	Maciça	Estratificada	?	Xistenta fina
4. Classificação petrológica	Sienito ?	Granito potássico	Conglomerado silicioso, com pirite	?	Filádio
II. CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA					
1. Arranjo estrutural . .	Isotrópico	Isotrópico	Ortotrópico	?	Ortotrópico
2. Resistência à compressão uniaxial	Forte	Muito forte	Muito forte	Forte	Forte (//>⊥)
3. Características de deformabilidade	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico	Elástico
4. Características da rotura	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil	Frágil
5. Resistência ao corte . .	—	—	—	—	—

COATES & PARSONS (1966) — *Granito 1, Granito 2, Conglomerado, Clorite.*
MENDES (1960) — *Filádio.*

O novo Nível automático de engenheiro

WILD NAK 2

com círculo horizontal



WILD
HEERBRUGG

Para nivelamentos de média e grande precisão; com micrómetro de lâmina de faces plano-paralelas para nivelamentos de grande precisão.

Erro médio para 1 Km de nivelamento duplo: ± 1,5 mm

Erro médio para 1 Km de nivelamento duplo com micrómetro: ± 0,4 mm

Luneta de 30 × de aumento com imagem direita de observação

Solicitem catálogo ou demonstração aos representantes exclusivos

WILD PORTUGAL, LDA.

PRAÇA DAS ÁGUAS LIVRES, 8
LISBOA - 2 — TELEFONE 68 11 27

FANAFEL

FÁBRICA NACIONAL DE FELTROS INDUSTRIAIS

SOCIEDADE LIMITADA

APART.: 9
TELEF.: 52093–52094
TELEG.: FELTROS

OVAR
PORTUGAL

ESCRITÓRIO E FÁBRICA
ESTRADA DE S. JOÃO

FELTROS, FILTROS E TECIDOS INDUSTRIAIS PARA TODOS OS FINS:

EM PEÇAS, PANOS, MANGAS OU SACOS,
DE QUALQUER FIBRA

PASTA PARA PAPEL
PAPEL
FIBROCIMENTO
CURTUMES
FIAÇÕES DE ALGODÃO
LINHAS
INDÚSTRIAS QUÍMICAS

TECELAGENS
ACABAMENTOS
TINTURARIAS
LAVANDARIAS
ESTAMPARIAS
FILTROS
DESPOEIRAGEM

Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações, L.da

(SONDADORA)

SONDAGENS geológicas e geotécnicas — CAPTAÇÕES de águas subterrâneas — REBAIXAMENTOS do nível freático — CONSOLIDAÇÕES E ESTABILIZAÇÃO do solo — INJECÇÕES DE CIMENTO e outros produtos — INFRAESTRUTURAS de barragens, túneis e pontes — FUNDAÇÕES de todos os tipos

Única Empresa da especialidade com sede no Ultramar Português

DELEGAÇÃO - LISBOA
R.S.Pedro de Alcântara, 1
Tel. 32 46 93 e 21 32 56

SEDE - LUANDA
Rua Serpa Pinto, 60
C.P.2178 - Tel.4226

MOÇAMBIQUE
L.Marques - C.P.982 - Tel.741121
Beira - C.P. 1002 - Tel. 71497

cujas dimensões ultrapassam sempre as da obra que motiva o seu estudo.

Na caracterização é prudente separar o que diz respeito ao material constituinte (blocos de rocha) e o que se refere ao conjunto (blocos de rocha + descontinuidades).

O que julgámos conveniente dizer sobre as rochas, como material constituinte do maciço, ficou dito atrás. Resta, agora, chamar a atenção para o facto de um maciço poder apresentar-se homogéneo ou heterogéneo, em relação ao material rochoso que o constitui. No caso de ser heterogéneo, haverá que caracterizar cada tipo de rocha e esclarecer se a heterogeneidade se traduz por contactos bruscos entre tipos litológicos diferentes ou se resulta de passagens graduais, de uns para outros tipos.

Neste aspecto, incluem-se variações não só de natureza composicional, textural e estrutural mas, ainda, devidas a fenómenos de alteração, meteórica ou não.

No primeiro caso, é possível que tais contactos possam ser, mais ou menos, assimilados a superfícies de descontinuidade, embora se possa concluir, em certas condições, que o facto não se traduz em consequências mecânicas de interesse. É o caso do contacto entre tipos litológicos de natureza diferente mas ìntimamente soldados e de características mecânicas semelhantes.

No segundo caso, é de esperar a variação gradual das características mecânicas, na medida em que é gradual a passagem de um tipo litológico a outro. Só como exemplo, lembramos a dependência verificada entre o módulo de elasticidade e as características petrológicas, traduzidas por um índice de qualidade, para os granitos e granitos gneissóides (MENDES, BARROS & RODRIGUES, 1966).

Ora a homogeneidade em grande, como é apresentada por COATES (1964, p. 427), não faz mais que traduzir o que, sob este aspecto, dizemos acerca dos maciços e, portanto, parece ser aqui o lugar mais apropriado para a ter em conta.

A maior ou menor continuidade da massa rochosa traduz-se pelas descontinuidades que ela possa apresentar. Se esta característica pode começar a notar-se à escala do estudo da rocha, abrangida pelas rubricas estrutura e arranjo estrutural, é, na verdade, à escala do maciço que se pode traduzir por importante influência mecânica.

As descontinuidades, sob o aspecto que interessa ao engenheiro civil, podem classificar-se em dois tipos fundamentais: descontinuidades menores e descontinuidades maiores.

Nas descontinuidades menores englobaremos todas as litoclases (fracturas ou falhas) que determinam a compartimentação da rocha constituinte do maciço; nas descontinuidades maiores devem considerar-se as fracturas ou falhas cujas características permitem definir uma compartimentação primária do maciço.

Esta divisão parece justificar-se, tanto mais que as primeiras têm de ser estudadas em conjunto (dificilmente se poderá isolar o comportamento mecânico de uma parte delas do conjunto), ao passo que as segundas, pelo contrário, exigirão, normalmente, estudo individualizado, caso por caso.

O estudo das descontinuidades, qualquer que seja o seu tipo, tem de compreender a caracterização geométrica, bem como do estado das respectivas superfícies e natureza de possíveis enchimentos; paralelamente ou em continuidade, é indispensável proceder a ensaios mecânicos para determinação das características de atrito ao longo dessas descontinuidades.

Como estes ensaios terão sempre de ser em número reduzido, toma aqui particular importância a informação geológica, de que se possa dispor, para se proceder a uma distribuição equilibrada dos mesmos, e ainda à interpretação e extrapolação dos resultados obtidos.

QUADRO V

Caracterização do maciço rochoso

1. *Materiais constituintes* (Rochas, Quadro II)
2. *Características de heterogeneidade*
   - *a*) homogéneo
   - *b*) heterogéneo
3. *Descontinuidades*
   - *a*) descontinuidades menores } caracterização geológica e mecânica
   - *b*) descontinuidades maiores } caracterização geológica e mecânica

O quadro que apresentamos para a caracterização de um maciço rochoso é extremamente esquemático (Quadro V). Haverá que o adaptar a cada caso pois não existem, na Natureza, dois

maciços inteiramente idênticos. É por esta razão que, se concordamos com as vantagens de uma caracterização, mais ou menos normalizada, para as rochas, achamos extremamente delicado e talvez mesmo inconveniente seguir tratamento semelhante em relação aos maciços.

BIBLIOGRAFIA

COATES, D. F. (1964). Classification of Rocks for Rock Mechanics. *Int. J. Rock Mech. Mining Sci.*, Vol. 1, pp. 421-429. Oxford.

COATES, D. F. & PARSONS, R. C. (1966). Experimental Criteria for Classification of Rock Substances. *Int. J. Rock Mech. Mining Sci.*, Vol. 3, pp. 181-189. Oxford.

KRYNINE, Dimitri P. & JUDD, William R. (1957). Principles of Engineering Geology and Geotechnics. McGraw-Hill Book Co., Inc. New York.

MENDES, F. de Mello (1960). Comportamento mecânico de rochas xistosas. Imprensa Portuguesa. Porto.

MENDES, F. de Mello, BARROS, L. Aires & RODRIGUES, F. Peres (1966). The Use of Modal Analysis in the Mechanical Characterization of Rock Masses. *Proc. First Congr. Int. Sc. Rock Mech.*, I, pp. 217-223. Lisboa.

RIBEIRO, Orlando (1966). Acerca da orientação do desenvolvimento científico em Portugal. *Diário de Lisboa*, 11 de Novembro.

ROCHA, Manuel (1966). I Congresso da Sociedade Internacional de Mecânica das Rochas — Discurso proferido na sessão inaugural. *Técnica*, n.º 361, pp. 1-5. Lisboa.

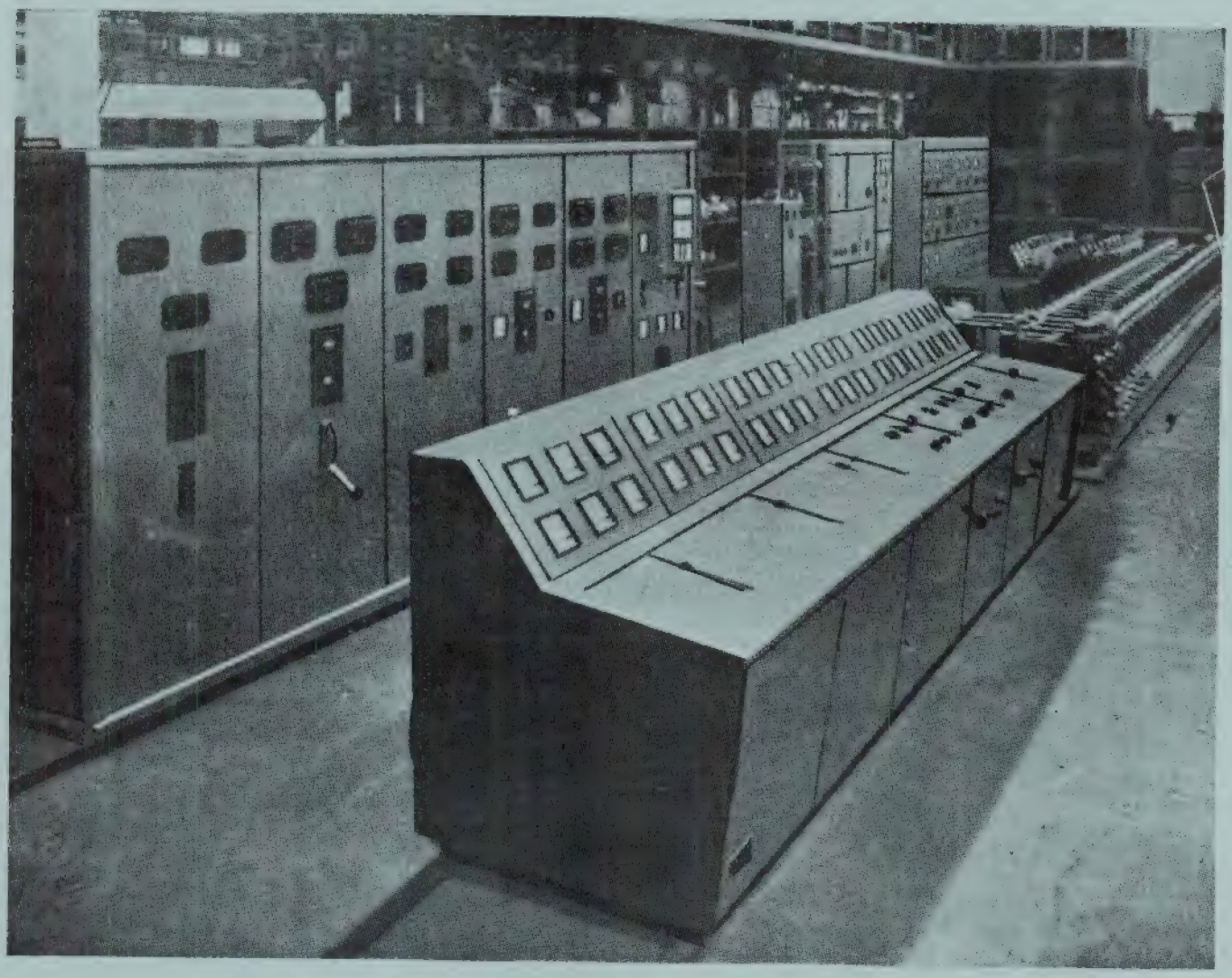
JAYME DA COSTA, L^DA

MECÂNICA E ELECTRICIDADE EM TODAS AS APLICAÇÕES

PORTO
Praça da Batalha, 12
Telef. 2 28 12 (PPC)

LISBOA
Rua dos Correeiros, 14
Telef. 32 70 35 (PPC)

LUANDA
Cx. Postal 5174
Telef. 4743



Material fabricado nas nossas oficinas, pronto para expedição

- Fabricação de aparelhagem eléctrica de alta e baixa tensão
- Equipamentos electromecânicos completos para centrais e fábricas
- Postos de transformação tipo monobloco
- Quadros blindados, capsulados e em armário
- Armaduras de iluminação de todos os tipos
- Contadores eléctricos e instrumentos de medida
- Telemedida e telecomando
- Instalações elevatórias de água
- Instalações de saneamento e esgotos
- Ferramentas de corte
- Motores Diesel industriais e marítimos
- Fogões eléctricos
- Frigoríficos
- Ventilação e condicionamento de ar
- Aparelhagem de Raios X e electromedicina

LISNAVE

ESTALEIROS NAVAIS DE LISBOA, S. A. R. L.

Estaleiro da Rocha 67 61 71 (8 linhas); 67 50 61 (8 linhas) — Direcção Geral 67 70 21 (8 linhas)
Estaleiro da Margueira 27 10 26 • Ender. Teleg. LISNAVE - LISBOA • Apartado 2138

2 ESTALEIROS NO PORTO DE LISBOA

ROCHA
EM FUNCIONAMENTO DESDE 1907

5 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 10.000 T. D. W.

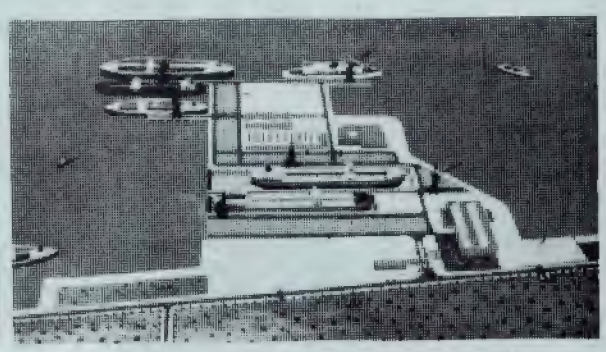
2 CARREIRAS DE CONSTRUÇÃO
PARA NAVIOS ATÉ 5.000 gr. t.

MARGUEIRA
EM FUNCIONAMENTO A PARTIR DE 1967

2 DOCAS SECAS
PARA NAVIOS ATÉ 200.000 T. D. W.

ESTAÇÃO DE LIMPEZA DE TANQUES DE NAVIOS PETROLEIROS

REBOCADOR DE MAR PRAIA DA ADRAGA
Const.ª n.º 129 - p.ª a S. G. entregue em 1952



ESTALEIRO DA MARGUEIRA
(Em construção)

aglomerado negro de cortiça

leve, resistente e isolante
ideal para elementos pré-fabricados

ISOLA

SOC. COM. DE ISOLAMENTOS

DE CORTIÇA, Lda

Avenida António Augusto de Aguiar, 17
Telef. 537191/2/3/4

LISBOA — PORTUGAL

C. D. U. 550.834

PROBLEMAS DE EXCITAÇÃO E MEDIDA NOS MÉTODOS VIBRATÓRIOS DE PROSPECÇÃO

por JOSÉ A. GUIMARÃES CORREIA
Eng.º Especialista do Laboratório Nacional de Engenharia Civil.

RESUMO

Neste trabalho, depois de uma síntese sobre a aplicação de métodos vibratórios à prospecção geofísica, tratam-se as duas operações fundamentais inerentes à técnica de ensaio: excitação harmónica do meio sólido e medição da fase dos sinais captados em diferentes pontos.

O sistema de excitação é encarado como radiador de energia que interessa adaptar ao meio em que trabalha. O problema é estudado pela transformação analógica do sistema mecânico num circuito eléctrico, comparando-se os resultados analíticos com os obtidos por via experimental.

O estudo relativo à medição de fases envolve o projecto de um fasímetro com precisão, gama de medida e banda de frequências de operação adequadas ao fim em vista.

SYNOPSIS

After dealing with the fundamentals of vibration tests as a geophysical exploration method this paper details the main operations related to the technique of subjecting the solid medium to harmonic forces and measuring phase difference.

When the medium is subjected to harmonic forces, the vibrator is considered as a power radiator designed to be matched to the medium. The electrical analogy of the mechanical system is used and results are compared with those obtained from measurements.

The design of a phasemeter with suitable accuracy and phase and frequency ranges is also presented.

1 — INTRODUÇÃO

As técnicas vibratórias aplicadas à prospecção geofísica têm revelado potencialidades apreciáveis sobretudo no ensaio de solos de fundação e pavimentos de estradas. No entanto, afigura-se possível o seu emprego na resolução de outros problemas de engenharia civil em que se pretenda uma prospecção a pequena profundidade.

O método vibratório baseia-se na medição da velocidade de propagação de ondas elásticas resultantes duma solicitação harmónica no tempo. O processo de ensaio obedece ao esquema funcional da figura 1, no qual se pode ver que a medição da velocidade se reduz, conhecida a distância entre os pontos de emissão e de captação, à determinação do esfasamento dos sinais nesses dois pontos.

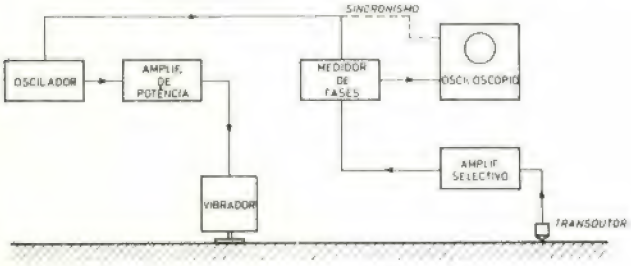


Fig. 1 — Esquema funcional das operações de ensaio

No presente trabalho consideram-se as duas operações fundamentais do método vibratório:

1 — Operação de excitação — em que se faz uma análise teórica e experimental da influência dos parâmetros que caracterizam o vibrador (massas, constantes de molas, etc.) na resposta em frequência do conjunto que este forma com o meio.

2 — Medição de diferenças de fases — envolvendo o projecto e a construção de um fasímetro para sinais sinusoidais.

2 — EXCITAÇÃO HARMÓNICA DO MEIO

O sistema de excitação compõe-se de um oscilador sinusoidal acopulado ao amplificador de potência que alimenta o vibrador. Este transforma a energia eléctrica em oscilações mecânicas a transmitir ao meio de ensaio.

Porém, só uma parte da energia será radiada, sendo a restante consumida em perdas ou devolvida à fonte de excitação. Põe-se portanto um problema de adaptação que consiste essencialmente na determinação da forma mais adequada de ligação do vibrador ao meio, com vista a

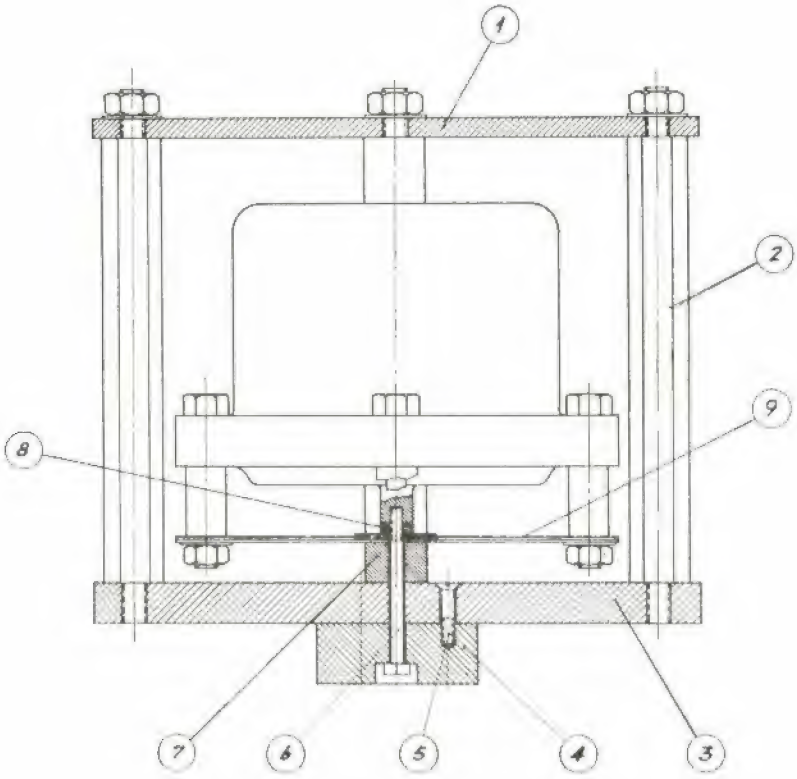
obterem-se neste, para determinada frequência de serviço, sinais com a máxima amplitude.

Neste trabalho esboça-se um método de dimensionamento de sistemas vibradores para as condições de adaptação baseado no estabelecimento de circuitos eléctricos analógicos. Faz-se uma aplicação desse método a determinado vibrador e comparam-se os resultados com os obtidos por via experimental.

2.1 — Estudo analógico de um vibrador em serviço

A constituição do sistema vibrador estudado é a que se apresenta na figura 2. O órgão central é um vibrador electrodinâmico (Goodmans 390A) cujo veio está rìgidamente ligado à base de apoio (4). A carcaça é suportada por dois pares de lâminas de aço dispostas em cruz e ligadas no centro ao anterior sistema. As placas (1) e (3) e as colunas (2) constituem uma estrutura para suporte de massas adicionais.

O funcionamento deste sistema pode ser mais fàcilmente estudado através do seu esquema mecânico. No esquema da figura 3 o vibrador foi considerado em conjunto com o meio a excitar, sendo este simulado por um modelo reológico simples (corpo de Kelvin). Os vários parâmetros têm o seguinte significado:



Nº PEÇA	DESIGNAÇÃO	QUANT.	MATERIAL	OBS.
9	MOLA	4	AÇO TEMPERADO	VER DES. Nº 6
8	CASQUILHO	1	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 5
7	CASQUILHO	1	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 5
6	PARAFUSO DE LIG. AO VEIO DO VIBR	2	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 5
5	PARAFUSO DE FIXAÇÃO	3	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 4
4	BASE PARA VIBRADOR	2	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 4
3	PLACA INFERIOR	1	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 3
2	MONTANTE	4	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 2
1	PLACA SUPERIOR	1	AÇO DE CONSTRUÇÃO	VER DES. Nº 1

Fig. 2 — Constituição do sistema vibrador

F — força produzida pelo vibrador (gerador de força constante).

$\overline{k_1}$ — constante (inversa) da mola que liga a carcaça ao veio do vibrador.

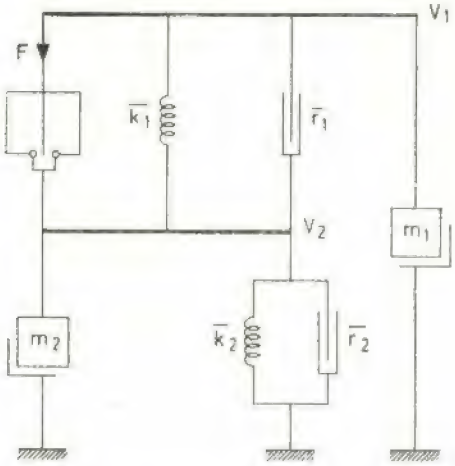


Fig. 3 — Esquema mecânico do vibrador em serviço

força — intensidade de corrente
velocidade — tensão eléctrica

no qual os parâmetros dos sistemas mecânico e eléctrico se relacionam da forma esquematizada na figura 4.

Fàcilmente se transforma o esquema mecânico do vibrador no circuito eléctrico da figura 5.

O estudo analítico deste circuito com vista à determinção das frequências de ressonância conduz, desprezando as perdas do sistema, a uma equação biquadrada. Demonstra-se que esta equação apresenta duas raízes reais que, expressas em função dos parâmetros mecânicos são da forma:

$$\omega_1 = \frac{1}{\sqrt{\overline{k_1}\, m_1}}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{\overline{k_2}\, m_2}}$$

ELEMENTO	GRANDEZA	SIMBOLO	OPERAÇÃO MATEMÁTICA		ELEMENTO	GRANDEZA	SÍMBOLO	OPERAÇÃO MATEMATICA	
			INSTANTÂNEA	SIMBÓLICA				INSTANTÂNEA	SIMBÓLICA
Mola	Constante inversa da mola		$v = \overline{k}\frac{dF}{dt}$	$\overline{V} = j\omega\overline{k}\overline{F}$	Bobina	Coef de auto indução		$u = L\frac{di}{dt}$	$\overline{U} = j\omega L\overline{I}$
Amortecedor	Const. inversa de amortecimento		$v = \overline{r}F$	$\overline{V} = \overline{r}\overline{F}$	Resistência	Resistência		$u = Ri$	$\overline{U} = R\overline{I}$
Massa	Massa		$v = \frac{1}{m}\int F dt$	$\overline{V} = \frac{1}{j\omega m}\overline{F}$	Condensador	Capacidade		$u = \frac{1}{C}\int i dt$	$\overline{U} = \frac{1}{j\omega C}\overline{I}$
Gerador de velocidade					Gerador de tensão				
Gerador de força					Gerador de corrente				

Fig. 4 — Relações analógicas entre parâmetros mecânicos e eléctricos

r_1 — constante (inversa), de amortecimento associada a $\overline{k_1}$

m_1 — massa da carcaça do vibrador.

m_2 — massa associada ao veio do vibrador.

$\overline{k_2}$ e r_2 — constantes elástica e de amortecimento do meio a excitar.

No estudo analógico utilizou-se um tipo de transformação baseado nas correspondências:

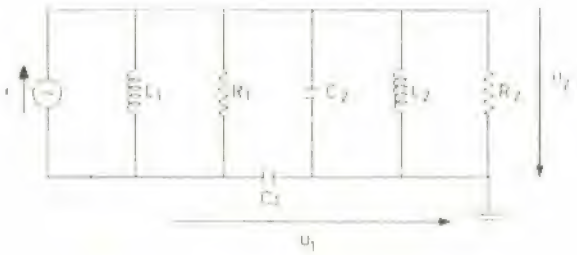


Fig. 5 — Circuito eléctrico analógico

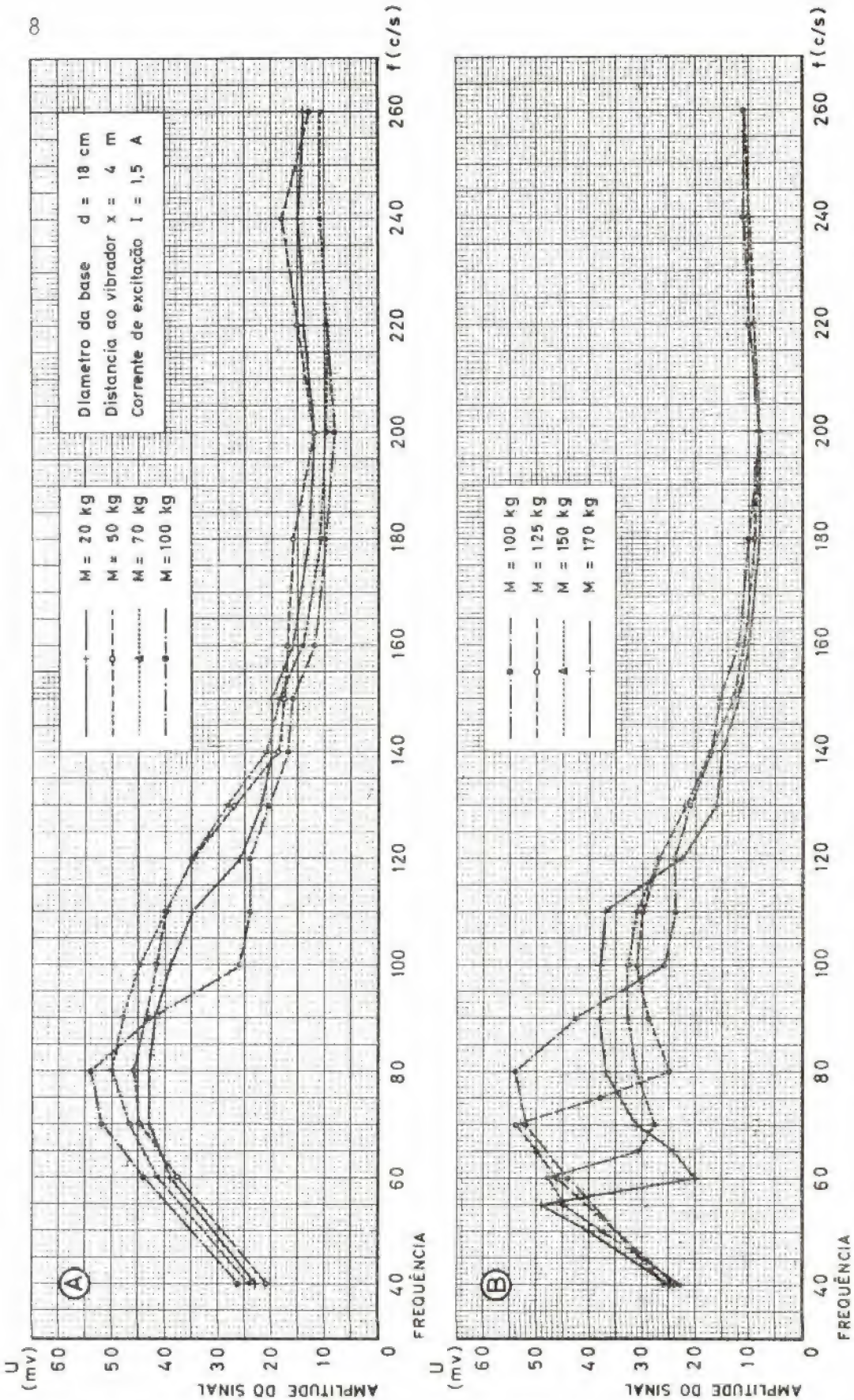


Fig. 6 — Influência da massa total do sistema vibrador

Verifica-se que ω_1 depende exclusivamente das características do vibrador, enquanto ω_2 traduz também a acção do meio a excitar.

2.2 — Estudo experimental do sistema vibrador

Os ensaios relativos à operação de excitação visaram especialmente o estudo da resposta em frequência do conjunto vibrador-meio. Atendeu-se em particular à determinação dos desvios da frequência de ressonância em face de alterações introduzidas na constituição do sistema vibrador, nomeadamente no que respeita à massa e ao diâmetro da base de apoio.

A título de exemplo apresenta-se na figura 6 a família de curvas obtida num ensaio em que se pretendeu estudar a influência da massa do sistema.

2.3 — Comparação dos resultados teóricos e experimentais

A comparação dos resultados teóricos e experimentais (em regime dinâmico) foi orientada através de uma análise quantitativa com base em valores concretos dos parâmetros $\bar{k}_1$, m_1, $\bar{k}_2$ e m_2, dentro do possível determinados a partir de ensaios estáticos.

Concluíu-se que a frequência de ressonância teórica $f_1 = \omega_1/2\pi$ era, nas condições efectivas de trabalho, de cerca de 20 c/s, situando-se portanto abaixo da banda a que se confinaram os ensaios.

Quanto à frequência $f_2 = \omega_2/2\pi$, obteve-se concordância satisfatória entre os resultados obtidos pelas duas vias, tanto no que respeita à ordem de grandeza do seu valor como à sua variação com os parâmetros do sistema.

3 — MEDIÇÃO DE DIFERENÇAS DE FASE

Conforme vimos, o método dos ensaios vibratórios exige a medição da diferença de fase entre sinais em princípio sinusoidais. No aparelho projectado para esse fim os sinais são convertidos em impulsos estreitos (marcas de fase), cuja posição relativa é depois observada num osciloscópio (fig. 7).

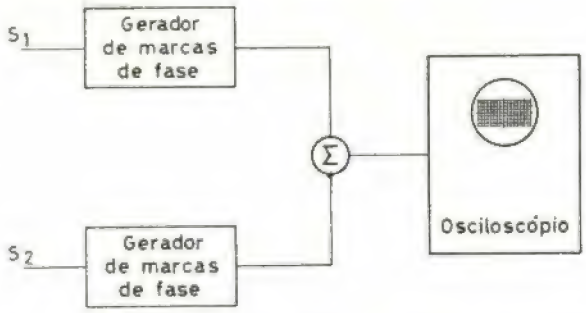


Fig. 7 — Medidor de esfasamentos — esquema de conjunto

A avaliação das diferenças de fase reduz-se à medição do espaçamento entre dois traços bem definidos. Utilizando uma escala linear graduada em graus e fazendo coincidir com os seus extremos dois impulsos consecutivos da mesma sucessão, o esfasamento é indicado directamente pelo impulso do outro canal. A base de tempo do osciloscópio deve ser sincronizada pelos impulsos de referência para que estes apareçam numa posição fixa.

3.1 — Constituição do gerador de marcas de fase

Uma condição importante a que deve obedecer o gerador de marcas de fase é que a posição destas seja independente da amplitude do sinal. Para isso será necessário que a sua formação se processe em sincronismo com os zeros da tensão de entrada.

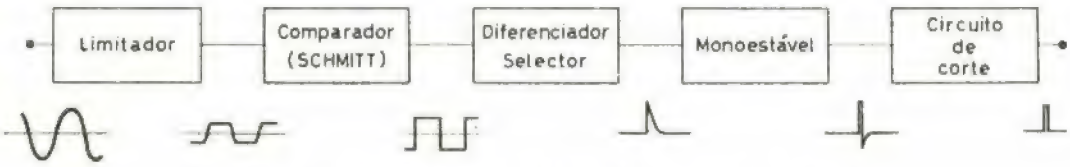


Fig. 8 — Esquema funcional do gerador de marcas de fase

Na prática, os desvios de sincronismo originam um certo erro de fase que se demonstra ser tanto menor quanto maior for a derivada do sinal na vizinhança do zero. Por esta razão é aconselhável utilizar um andar amplificador de entrada, o qual não poderá contudo apresentar distorção assimétrica em relação ao zero da tensão de entrada. No aparelho projectado (fig. 8) empre-

gou-se um circuito (limitador) que simultâneamente amplifica e limita simètricamente o sinal (fig. 9).

O segundo andar é um circuito de Schmitt, sistema biestável que comuta sempre que o sinal de entrada passa por determinado nível fornecendo à saída uma onda quadrada (fig. 10). Essa onda é seguidamente sujeita a uma diferenciação, após o que são seleccionados os impulsos com a polaridade conveniente para o disparo do multivibrador monoestável. Este produz impulsos de curta duração (10μs) com a forma que se vê no oscilograma da figura 11. O circuito de corte tem por fim eliminar a ponta negativa que prolonga o flanco decrescente destes impulsos, dando-lhes a forma da figura 12.

3.2 — Características técnicas do medidor de fase de diferenças

A gama de medida do aparelho é de 0 a 360° podendo no entanto utilizar-se o comprimento total da escala no écran do osciloscópio para cobrir apenas uma das semi-gamas 0–180° ou 180°–360°. Esta possibilidade, que corresponde a uma duplicação da sensibilidade do indicador (que passa a ser de 2° mm^{-1} para uma escala com 90 mm), resulta de um artifício introduzido no circuito, devido ao qual o multivibrador monoestável opera sob acção de impulsos de disparo quer positivos quer negativos.

A precisão do medidor de fases é função da amplitude dos sinais. O aparelho opera a partir de 100 mV mas aconselham-se tensões da ordem de 3 V para as quais se obtém um erro inferior a $\pm$ 0,5°. Note-se no entanto que o sistema de indicação, suposta uma escala com 90 mm, permite apenas a resolução de $\pm$ 1°.

A gama de frequência de operação está limitada superiormente a cêrca do 400 c/s, valor imposto pela condição de que os impulsos de saída (10 μ s) se apresentem como simples traços quando observados no osciloscópio com a base de tempo adequada. No entanto, esse limite pode alargar-se até uma frequência dez vezes superior desde que se utilize apenas um flanco do impulso como referência das fases (tempo de crescimento dos impulsos: 0,5 μ s).

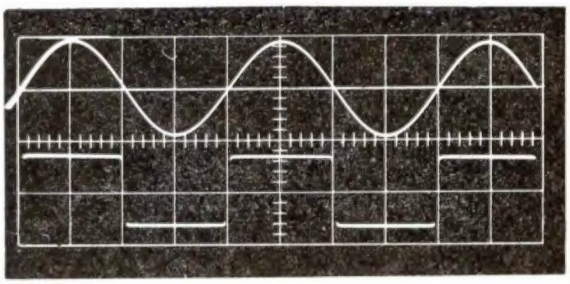


Fig. 9 — Sinais à entrada e à saída do limitador

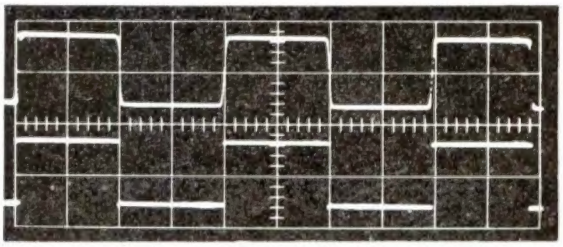


Fig. 10 — Sinais à entrada e à saída do circuito de Schmitt

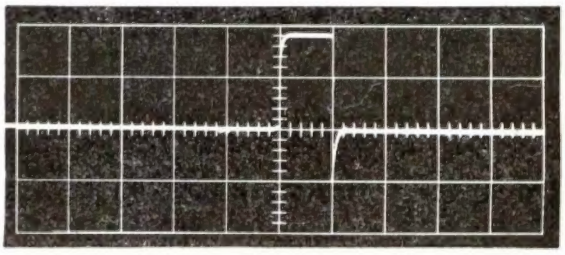


Fig. 11 — Impulso à saída do multivibrador monoestável

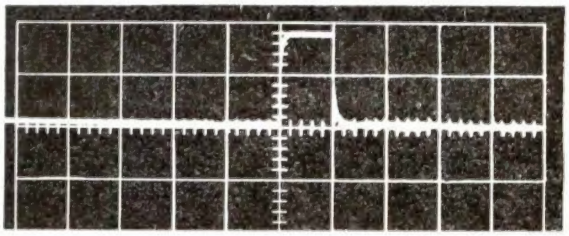


Fig. 12 — Impulso após o corte

C. D. U. 553.555 : 535.243 (546.282)

DETERMINAÇÃO ESPECTROFOTOMÉTRICA DA SÍLICA NAS CRÉS

por MARIA EDITE RIBEIRO COELHO
Eng. Químico-Industrial
Técnico do Laboratório de Química da C.R.P.Q.F.

RESUMO

Estudou-se um processo baseado no método fotométrico dos complexos azuis de molibdénio, que é aconselhável para a determinação da sílica nas crés.

Este método é indicado para pequenas quantidades de sílica (desde 0,2 °/₀) porque o método gravimétrico é demorado e menos preciso.

Os resultados são reprodutíveis nas condições indicadas.

SYNOPSIS

A process was studied based in the photometric method of the molybdenum blue complex, that is suitable and advisable to silica determination in chalk.

This method is the recognized procedure for small amounts of silica (0,2 °/₀ can be detected) because the usual gravimetric method is lenghty and inadequate. Results are accurate under the conditions specified.

I — GENERALIDADES

O método da determinação da sílica até agora mais usado era o método gravimétrico. Tem a desvantagem de ser demorado e está sujeito a grandes perdas, devidas às evaporações e filtrações sucessivas.

Tentou-se aplicar às crés o método espectrofotométrico, baseado na formação do complexo sílico-molíbdico. A maior dificuldade estava na solubilização da sílica existente na cré, que tem de ser alcalina, para se formarem os silicatos alcalinos, que são solúveis. Faz-se uma fusão com carbonatos alcalinos.

A determinação colorimétrica da sílica com molibdato em meio ácido foi introduzida por Jolles e Neurath em 1898. (Z. Angew. Chemie, 11, 315, 1898).

Em 1914 Winkler propôs uma técnica simplificada que ainda se aplica, com algumas alterações.

II — FUNDAMENTO DO MÉTODO

A sìlica, solubilizada pela fusão alcalina reage com o molibdato em meio ácido para formar o ácido sílico-molíbdico. Esta reacção dá-se apenas com o ácido monosilícico e não com as formas mais condensadas ou polimerizadas. É o meio ácido que evita esta polimerização e portanto a concentração em iões ácidos tem um papel muito importante.

O ácido sílico-molíbdico é amarelo intenso, desenvolve-se em 5 minutos, aproximadamente, e permanece estável cerca de uma hora, se o pH for baixo: 0,8 a 1,3. A pH inferior o complexo desenvolve-se mais lentamente: abaixo de 0,5 deixa de se formar. A pH superior a 1,3 a cor desenvolve-se, mas a sensibilidade diminui.

Verifica-se também que um aumento da concentração de molibdato aumenta a intensidade da cor do complexo; aquela concentração deve ser escolhida com critério.

Como este complexo amarelo não é muito estável, reduz-se com uma solução contendo ácido 1-amino-2-naftol-4-sulfónico, que o transforma no complexo azul. Este fica completamente desenvolvido 5 minutos depois da adição da solução redutora e a absorvência conserva-se constante durante dois dias. No caso presente, em que as concentrações de sílica são muito diminutas preferiu-se trabalhar com os azuis de molibdénio, mais intensos que os amarelos, e fazer as leituras da absorvência no máximo do espectro de absorção — 810 n m.

A interferência de outros iões, como os fosfatos e ferro, pode ser evitada adicionando ácido cítrico que além de destruir o ácido molibdofosfórico formado, que iria aumentar a cor do complexo azul de molibdénio, também actua como

inibidor, para pequenas quantidades de ferro presentes.

III — PARTE EXPERIMENTAL

1 — Reagentes

Carbonato de sódio e potássio 1:1

Mistura ácida

A 500 ml de água juntar 125 ml de ClH (d-1,19) e 45 ml de NO_3H (d-1,40). Arrefecer e diluir a 1000 ml.

Solução de molibdato de amónio a 2,5 %

Deitar 2,5 g de molibdato em 80 ml de água, aquecer para dissolver e diluir a 100 ml.

Ácido tartárico a 10 %

Dissolver 10 g de ácido tartárico em 100 ml de água.

Solução redutora

22,5 g de bissulfito de sódio em 200 ml de agua, 1,75 g de sulfito de sódio + 0,375 g de ácido amino-naftol-sulfónico em 25 ml de água. Juntar as duas soluções e diluir a 250 ml.

Solução padrão de sílica

Pesar 0,5 g de produto seco, fundir com 10 g de carbonatos num cadinho de platina, retomar com água, diluir a 500 ml e guardar num frasco de plástico.

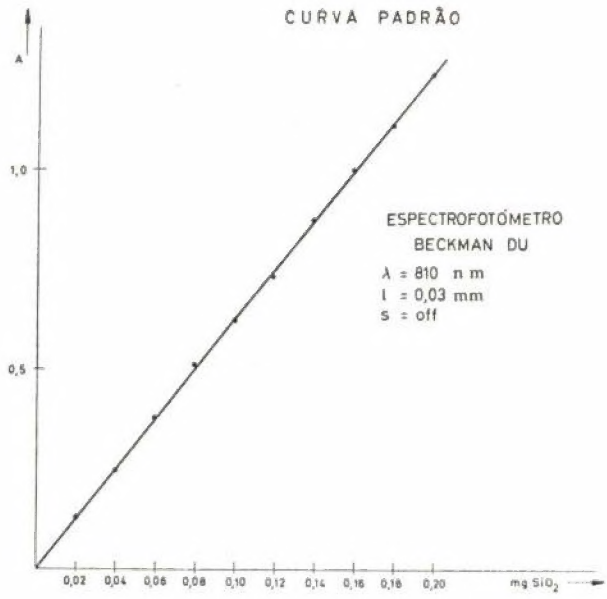
1 ml de solução <> 1 mg SiO_2

A partir desta solução preparam-se os pontos da curva padrão, deitando para uma série de copos de 400 ml 2 g de carbonato, 40 a 60 ml de água e 100 ml da mistura ácida. Adicionar a cada um com uma bureta 0,1,2, ... ,10 ml de solução padrão de sílica 1 mg/ml e passar as soluções para balões de 500 ml. Perfazer o volume.

Estas soluções contém : 0,000 ; 0,002 ; 0,004. . . . 0,020 mg/ml.

2 — Curva padrão

Para uma série de balões aferidos de 50 ml medir 10,0 ml de solução de cada um dos balões anteriores de 500 ml.



Juntar 5,0 ml de solução de molibdato de amónio a 2,5 %. Agitar e deixar repousar durante 5 a 10 minutos. A seguir deitar 5 ml de de ácido tartárico a 10 %, agitar e deixar 5 minutos. Finalmente reduzir o complexo amarelo formado com o molibdato com 5 ml de solução redutora. Diluir a 50 ml e agitar. Ler a densidade óptica dentro de 10 minutos, aproximadamente.

3 — Determinação da sílica na cré

Fundir 0,25 g de cré num cadinho de platina com 2 g de mistura de carbonatos durante 15 minutos num bico de Bunsen.

Terminada a fusão arrefecer o cadinho rodando sempre para que a massa fundida ao solidificar fique nas paredes. Desagregar com 100 ml da mistura ácida, deitando o ácido a pouco e pouco dentro do cadinho, num copo de 400 ml. Lavar bem o cadinho para dentro do copo.

Passar a solução para um balão de 500 ml e perfazer o volume. Tomar 10,0 ml de solução para um balão de 50 ml. Juntar 5,0 ml da solução de molibdato de amónio a 2,5 %. Deixar repousar 5 a 10 minutos. Juntar 5 ml de ácido tartárico a 10 %, deixar 5 minutos e juntar então 5 ml da solução redutora. Diluir a 50 ml e homogeneizar.

Ler a extinção a 810 nm dentro de 10 minutos.

IV — RESULTADOS OBTIDOS EM PRODUTOS COMERCIAIS

QUADRO

Amostra	Ref.ª	% SiO_2		
		Indicada na especificação	Método gravimétrico	Método espectrofotométrico
OMYA	1	0,60	0,30	0,64
				0,66
»	2	0,09	0,01	0,04
				0,04
»	3	0,057	0,05	0,22
				0,24
»	4	0,025	0,00	0,00
				0,04
»	5	0,025	0,00	0,02
				0,02
»	6	0,80	0,40	0,62
				0,64
»	7	0,09	0,00	0,14
				0,12
»	8	0,09	0,00	0,10
				0,12
Nacional	A	—	0,1	0,20
»	B	—	0,5	0,80
»	C	—	0,5	0,76
»	D	—	0,5	0,68

V — CONCLUSÕES

A coluna do quadro — % de SiO_2 indicada nas especificações — refere-se à análise típica de cada um destes tipos de cré, que nos foi enviada pela firma OMYA.

Os valores indicados no método espectrofotométrico foram obtidos a partir de duas fusões.

A amostra *3* dá um resultado mais concordante com as especificações segundo o método gravimétrico; no entanto, como os resultados de método espectrofotométrico são perfeitamente reprodutíveis, é-se levado a admitir que a amostra tem mais sílica que a indicada nas especificações.

O teor da amostra *4* obtido com um tempo de fusão de 15 minutos, como indicado no método dá 0,00; aumentando o tempo de fusão para 1 hora verifica-se que a percentagem em sílica é 0,04 %, o que está mais de acordo com as especificações.

Os restantes resultados espectrofotométricos, como se pode verificar no quadro, estão de acordo com os valores teóricos; os do método gravimétrico são baixos, o que é lógico, tendo em vista os erros inerentes do método.

Nas crés nacionais, verifica-se que os teores de sílica são mais altos.

Generalizando, podemos concluir que os resultados espectrofotométricos estarão mais de acordo com os teores reais de sílica, até porque são ainda admissíveis se atendermos à análise completa do produto.

Exemplo da análise completa da amostra D:

% CO_3Ca	—	98,6
% OMg	—	0,0
% $O_3Al_2 + O_3Fe_2$	—	0,5
% SiO_2	—	0,68
		99,78

BIBLIOGRAFIA

M. Jean — Chimie Analytique, 1955, 37, 125.

I. A Voinovitch — Chimie Analytique, 1958, 40, 332.

Tourky, El Shamy, Issa — J. of Applied Chemistry, 1952, 2, 262.

Picasso — Metallurg. Ital. 1962, 54 (8), 394.

C. L. Luke — Anal. Chem., 1953, 25, 148.

O. A. Kenyon e H. A. Bewick — Anal. Chem., 1953, 25, 145.

M. Jean — Chimie Analytique, 1956, 38, 37.

Jefferey e Wilson — Analyst, 1960, 85, 478.

M. Codell, C. Clemency, G. Norwitz — Anal. Chem., 1953, 25, 1432.

I. R. Morrison e A. L. Wilson — Analyst, 1963, 88, 446.